

صاحب امتیاز: انجمن جراحان ارتوپدی ایران

مدیر مسئول: دکتر بهادر اعلمی هرندی

سردبیر اول: دکتر غلامحسین شاهچراغی

سردبیر دوم: دکتر عزیز احمدی

کمک سردبیر اول: دکتر مهزاد جاوید

کمک سردبیر دوم: دکتر مصطفی شاهرضایی

هیئت مدیره انجمن:

دکتر عادل ابراهیم پور

دکتر محمد رازی

دکتر محمد فکور

دکتر محمدرضا گلبخش

دکتر روشنک مرادی

دکتر محمدجواد مرتضوی

دکتر محمد نصیر نادری

مشاوران (این شماره):

دکتر فریدون مجتهد جابری

دکتر محمدعلی جعفری زارع

دکتر فریدین میرزا طلوعی

دکتر اصغر علمی

دکتر امیررضا صادقی فر

دکتر محمدتقی قضاوی

دکتر عادل ابراهیم پور

دکتر عزیز احمدی

هیئت تحریریه: دکتر عادل ابراهیم پور، دکتر سیدمحمدجلیل ابریشم، دکتر سعید ابریشمی، دکتر عزیز احمدی، دکتر علی اکبر اسماعیلی چاه، دکتر بهادر اعلمی هرندی، دکتر احمدرضا افشار، دکتر بهروز اکبرنیا، دکتر کامران بدیعزاده، دکتر جان برج، دکتر تقی بغدادی، دکتر جواد پرویزی، دکتر مهزاد جاوید، دکتر سام حاجی علیلوسامی، دکتر محمد حسن هادی درویش، دکتر سعید حصارکی، دکتر آلن دیمگلیو، دکتر محمد رازی، دکتر ابوالقاسم زارعزاده، دکتر علی زمانیان، دکتر علیرضا سعید، دکتر بابک سیاوشی، دکتر غلامحسین شاهچراغی، دکتر مصطفی شاهرضایی، دکتر مسعود شایسته آذر، دکتر حسن شریفی، دکتر محمدنقی طهماسبی، دکتر فریور عبداللهزاده لاهیجی، دکتر محمد فکور، دکتر محمد قره داغی، دکتر محمدتقی قضاوی، دکتر سیدمرتضی کاظمی، دکتر محمود کریمی مبارکه، دکتر فریدون مجتهد جابری، دکتر هادی مخملباف، دکتر سیدمحمدجواد مرتضوی، دکتر مهدی مطیفی فرد، دکتر کامران مظفریان، دکتر حسین مهدیان، دکتر عبدالحسین مهدی نسب، دکتر فریدین میرزاطلوعی، دکتر علی نارونی، دکتر امیرمحمد نوالی.

مدیر اجرایی: دکتر مهری سهرابی

سرپرستی و هماهنگی اداری: شبنم کجوری

- تأمین منابع مالی برای چاپ و انتشار این نشریه بر عهده انجمن جراحان ارتوپدی ایران است.

- ویرایش متون بر اساس رسم الخط خاص که به طور عمده برگرفته از دستورالعمل فرهنگستان علوم پزشکی است انجام می پذیرد.

- هرگونه استفاده از مطالب مندرج در مجله با ذکر مأخذ مجاز می باشد.

**Iranian Journal of Orthopaedic Surgery is indexed in the following databases:**

- Index Copernicus. Electronic Journal Library
- ISC (Islamic World Science & Technology Monitoring & Citation Institutes)
- SID Magiran
- MedLib
- Open J-Gate, Google Scholar. Gale Databases
- EMR Medex (Indexing Biomedical Journals Published in Islamic Countries)
- Barakatks
- RICeST

شمارگان: ۱۲۰۰

لیتوگرافی: شیراز اسکندر

چاپ: مصطفوی

نشانی دفتر مجله: تهران، بلوار کشاورز، روبه روی بیمارستان ساسان،

ساختمان ۹۴، طبقه ششم، واحد ۱۲، کدپستی ۱۴۱۶۶

تلفن ۸۸۹۶۶۵۸۳، ۸۸۹۸۳۶۰۹، نامبر ۸۸۹۸۳۶۱۰

E-mail: ljossjournal@yahoo.com / Web Site: www.ijos.ir

## راهنمای نویسندگان

### اهداف و دیدگاه

مجله جراحی استخوان و مفاصل ایران فصلنامه علمی رسمی انجمن ارتوپدی ایران می باشد. این مجله پذیرای مقالات پژوهشگران این حیطه از داخل و خارج کشور می باشد. مقالات ارسالی می توانند به هر دو زبان فارسی یا انگلیسی نگارش شوند. به نویسندگان توصیه می شود که جهت ارسال مقالات به "راهنمای نویسندگان" مراجعه نمایند. مقالات ارسالی ابتدا توسط سردبیر بررسی اولیه شده، سپس جهت داوری همتا به متخصصین حیطه مربوطه ارجاع می گردد و نهایتاً با جمع بندی کلیه موارد سردبیر تصمیم نهایی در مورد مقاله را اتخاذ خواهد کرد. مقالات براساس کیفیت و ارتباط موضوعی مورد بررسی قرار می گیرند. عواملی از جمله کشور محل انجام مطالعه یا محل ارسال مقاله و شهرت نویسنده یا دپارتمان مربوطه در تصمیم گیری دخالت نخواهد داشت. هدف ما انتشار بهترین مقالات موجود در حیطه جراحی ارتوپدی از اقصی نقاط جهان است. مقالات اصیل پژوهشی، مقالات مروری (مرور نظام مند، نقلی)، گزارش های کوتاه، گزارش موارد و نامه به سردبیر از جمله مقالات قابل پذیرش می باشند.

### استقلال سردبیری:

هرچند که مجله جراحی استخوان و مفاصل ایران از لحاظ مالی از طریق انجمن ارتوپدی ایران حمایت می گردد، لکن این مسئله ناقض استقلال سردبیر در تصمیم گیری بهینه جهت قبول یا رد مقالات نمی باشد. سردبیر مقالات ارسالی را براساس اهمیت، نوآوری، اعتبار و قرابت به اهداف مجله بررسی می کند. سیاست سردبیری ما براساس قواعد شناخته شده استقلال سردبیر منبعث از قوانین انجمن جهانی سردبیران مجلات پزشکی (WAME) می باشد.

<http://www.wame.org/policy-statements#Relationship between Editors and Owners>

### روند ثبت مقالات:

مقالات ارسالی بایستی از طریق سیستم ثبت آنلاین ذیل به دفتر مجله ارسال گردند.

[https://ijos.ir/form\\_send\\_article.php?slc lang=en&sid=1](https://ijos.ir/form_send_article.php?slc lang=en&sid=1)

### بررسی اولیه و علمی مقالات

کارمندان مجله ابتدا مقالات ارسالی را براساس ساختار و محتوای مربوطه بررسی می نمایند تا اطمینان حاصل کنند که مقالات (براساس نوع مقاله) دارای ساختار استاندارد بوده و به اهداف مجله قرابت دارد. همچنین کیفیت مقالات و نوآوری و هرگونه خدشه ای به اصول اخلاقی پژوهش و نشر پزشکی بررسی می گردد. در این مرحله تلاش کارمندان انجام بهینه کار در حداقل زمان ممکن می باشد. این مرحله سردبیر و جانشین سردبیر و اعضای هیئت تحریریه را جهت تصمیم گیری عادلانه و افزایش کیفیت چاپ مقالات منتشر شده کمک خواهد کرد.

### روند همتراز داوری

مقالات ارسالی پس از بررسی اولیه جهت تعیین تطابق با دستورالعمل ژورنال و کشف هرگونه اشکال متدلوژی و ساختار جهت داوری به حداقل دو نفر از داوران متخصص در حیطه مورد نظر به صورت دو سوکور ارسال خواهد گردد. نظرات داوران سپس به نویسنده منعکس و پاسخ نویسندگان به همراه نظرات داوران توسط سردبیر بررسی خواهد شد. حاصل تمام بررسی های فوق نهایتاً در جلسات هیئت تحریریه مجله ارائه و براساس جمع بندی نظرات هیئت تحریریه، داوران و پاسخ های نویسندگان سردبیر تصمیم نهایی در مورد قبولی یا رد مقالات را خواهد گرفت.

لازم به ذکر است که مقالاتی که توسط خود کارمندان دفتر مجله، سردبیر یا اعضای هیئت تحریریه مجله به ژورنال ارسال می گردد نیز مورد هم تراز داوری قرار گرفته و نویسندگان این مقالات نیز کاملاً نسبت به روند داوری ناآگاه خواهند بود.

### مسائل اخلاقی

ژورنال در مورد مسائل اخلاقی مرتبط با نشر و پژوهش و نحوه برخورد با آنها تابع قوانین و دستورالعمل های کمیته اخلاق نشر (COPE) می باشد. ژورنال همچنین در این موارد راهکارهای ارائه شده در *Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing and Publication of Scholarly Work in Medical Journals* ارائه شده توسط کمیته بین المللی سردبیران نشریات پزشکی (ICMJE) را لحاظ خواهد نمود. (<http://www.icmje.org/#privacy>).

### حقوق انسانی و حیوانی

مطالعاتی که در آنها انسانها یا حیوانات مورد مطالعه قرار می گیرند بایستی کاملاً منطبق با بیانیه هلسینکی باشند.

### رضایت آگاهانه:

تمامی بیماران و شرکت کنندگان در یک مطالعه بایستی بطور کامل در مورد اهداف مطالعه و هرگونه عوارض محتمل داروها و مداخلات پژوهشی آگاهانه گردند. رضایت آگاهانه مکتوب از شرکت کنندگان یا اولیا قانونی آنها جهت کلیه مطالعات اینگونه ضروری می باشد.

ژورنال حق خود را جهت درخواست مدارک مربوطه محفوظ می‌دارد. مقالاتی که مطالعات مربوط به آنها نیازمند اخذ رضایت آگاهانه بوده است در قسمت "موارد و روشها" بایستی به اخذ مدارک مربوط اشاره نمایند.

#### • شرایط تألیف

• براساس **Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing and Publication of Scholarly Work**

• **In Medical Journals** منتشر شده توسط کمیته بین المللی سردبیران نشریات پزشکی (ICMJE) فردی می‌تواند بعنوان مولف یک مقاله

پزشکی در نظر گرفته شود که شرایط چهارگانه ذیل را بطور همزمان دارا باشد:

• مشارکت اساسی در ایده پردازی یا طراحی مطالعه یا جمع آوری داده‌ها یا آنالیز داده‌ها و یا تفسیر آنالیز مربوطه؛ و

• نوشتن دست نوشته اولیه مقاله یا انجام بازبینی اساسی مقاله به گونه‌ای محتوای علمی مقاله بهبود یابد؛ و

• تأیید نسخه نهایی مقاله ای که قرار است به دفتر ژورنال ارسال گردد؛ و

• قبول مسئولیت و پاسخگویی در مورد کلیه جنبه‌های پژوهش و نگارش مقاله به گونه‌ای که کلیه سؤالات مربوط به صحت و دقت

هر کدام از قسمت‌های مقاله به روشنی قابل پاسخگویی باشد.

#### • تضاد منافع:

• مجله جراحی استخوان و مفاصل تقاضا دارد که کلیه نویسندگان و داوران مقالات مجله هرگونه تضاد منافع احتمالی (مالی، سیاسی،

آکادمیک) را که می‌تواند به طور بالقوه بر قضاوت آنها تأثیرگذار باشد، عنوان نمایند. از نویسندگان همچنین تقاضا می‌شود که فرم مربوط به

تضاد منافع موجود بر وبسایت ([http://www.icmje.org/coi\\_disclosure.pdf](http://www.icmje.org/coi_disclosure.pdf)) را پر نموده و همراه مقاله به دفتر مجله ارسال نمایند.

#### • سرقت ادبی:

• نویسندگان مقالات مجاز نیستند مطالب منتشر شده در ژورنال‌ها یا منابع دیگر را بصورت عینی کپی نموده و در مقاله‌ی خود درج

نمایند. در برخورد با این گونه موارد ژورنال از راهنماها و دستورالعمل‌های مربوطه منتشر شده توسط COPE استفاده خواهد نمود.

#### • جعل/دستکاری داده‌ها:

• دستکاری داده‌ها به معنای حذف یا تغییر دادن داده و نتایج یک مطالعه است، به گونه‌ای که نتایج تحقیق نتوانند بصورت واقعی و

صحیح نشان دهنده پژوهش انجام شده باشد. جعل داده‌ها به معنای ساختن داده یا نتایج و گزارش آن‌ها در مقاله است. هر دو این موارد

کاملاً غیر اخلاقی است و قوام پژوهش‌های پزشکی را بصورت جدی تهدید می‌کند. بنابراین مقالات ارسالی به مجله بایستی براساس داده‌های

واقعی بوده و استفاده از داده‌های جعلی یا دستکاری شده کاملاً ممنوع می‌باشد. در برخورد با موارد احتمالی جعل یا دستکاری داده ژورنال از

راهنماها و دستورالعمل‌های COPE پیروی خواهد کرد. از پژوهشگرانی که کارآزمایی‌های بالینی تصادفی شده انجام می‌دهند، خواسته می‌شود

شود که داده‌های خود را در دسترس داشته باشد. حق درخواست داده‌های خام در صورت نیاز توسط ژورنال محفوظ می‌باشد.

#### • دستکاری در عکس‌های ارسالی:

• مجله جراحی استخوان و مفاصل از نویسندگان درخواست می‌کند که عکس‌های اصلی را به همراه مقالات ثبت شده خود ارسال

نمایند. کلیه عکس‌های دیجیتال مقالات پذیرفته شده در ژورنال جهت بررسی دستکاری غیر اصولی بررسی خواهند شد. هیچ جنبه‌ای از

عکس‌های ارسالی نبایستی به صورت غیرطبیعی حذف شده، جایجا شده یا دستکاری شده باشند. تنظیم روشنایی کنتراست و رنگ‌های

مربوطه در صورتی قابل قبول است که در کل عکس مربوطه اعمال گردد و منجر به تغییر حقایق موجود در عکس نگردند. مجله حق درخواست

داده‌های خام جهت تطابق با عکس‌های مشکوک را جهت خود محفوظ می‌دارد.

#### • کپی رایت:

• در مقالاتی که حاوی عکس‌ها یا متونی هستند که قبلاً در منابع دیگر به چاپ رسیده‌اند، مسئولیت نویسنده است که اجازه رسمی

باز نشر مواد مربوط را از دارنده حق تألیف اولیه اخذ نمایند. نویسندگان موظف هستند که مدارک مربوط به اخذ اجازه نامه را همراه سایر

مدارک به دفتر ژورنال ارسال نمایند.

#### • سیاست باز پس گیری مقالات منتشر شده:

• مجله جراحی استخوان و مفاصل در مواردی که نیاز است که مقالات قبلاً منتشر شده در ژورنال از وبسایت مجله برداشته شوند از

راهنما و دستورالعمل COPE پیروی می‌نمایند.

• ضروریات جهت انواع مختلف مقالات

• مقالات اصیل پژوهشی: بایستی شامل یک خلاصه مقاله ساختاردار، ۵-۳ کلمه کلیدی، مقدمه، مواد (بیماران) و روش‌ها، یافته‌ها،

بحث، نتیجه‌گیری، تقدیر و تشکر (در صورت نیاز) و قسمت مراجع باشد. حداکثر ۴ جدول و ۴ عکس قابل قبول می‌باشد. طول مقاله نبایستی

از ۳۵۰۰ کلمه تجاوز نماید. (به استثنای مراجع، خلاصه مقاله، عکس‌ها و جداول). ۴۰-۱۵ مرجع جهت چنین مقاله‌ای کافی می‌باشد.

- کارآزمائیه‌های بالینی: فرمت این مقالات شبیه مقالات اصیل می باشد اما دیاگرام کنسورت (consort) بعنوان یک عکس بایستی به مقاله اضافه گردد. کارآزمائیه‌های بالینی تصادفی شده بایستی در یکی از مراکز ثبت کارآزمائیه‌های بالینی تأیید شده توسط WHO ثبت شده باشد. کارآزمائیه‌های بالینی تصادفی شده انجام شده در ایران بایستی الزاماً در مرکز ثبت کارآزمائیه‌های بالینی تصادفی شده وزارت بهداشت به آدرس [www.irct.ir](http://www.irct.ir) ثبت شده باشد.

- گزارش کوتاه: بایستی شامل خلاصه مقاله غیرساختاردار، ۳-۵ کلمه کلیدی، مقدمه، مواد (بیماران) و روش ها، یافته ها، بحث، نتیجه گیری، تقدیر و تشکر (در صورت نیاز) و قسمت مراجع باشد. حداکثر ۲ جدول و عکس قابل قبول می باشد. تعداد کلمات بایستی از ۲۰۰۰ کلمه تجاوز کند و ۱۵-۱۰ مرجع کافی است.

- گزارش مورد: بایستی حاوی خلاصه مقاله غیرساختاردار، ۳-۵ کلمه کلیدی، مقدمه، ارائه مورد، بحث، نتیجه گیری، تقدیر و تشکر (در صورت نیاز) و قسمت مراجع باشد. حداکثر یک جدول و ۳ عکس قابل قبول است. ۱۰-۵ مرجع جهت این گونه مقالات کافی است. گزارش های مورد بایستی به همراه عکس های مربوطه جهت ارائه سند مربوط به یافته ها باشد. رضایت آگاهانه از بیمارانی که بیماری آن ها گزارش می گردد، بایستی حتماً اخذ شده باشد. ژورنال حق درخواست ارسال این گونه رضایت های آگاهانه را محفوظ می دارد.

### • مقالات مروری:

- مرور نقلی - بایستی دارای حداقل ۶۰ مرجع باشد. خلاصه مقاله غیرساختار باشد و تعداد کلمات از ۴۵۰۰ کلمه تجاوز نکند. این گونه مقالات بایستی به طور اساسی دانش موجود در حیطه مربوطه را نقد و تحلیل نمایند.

- مرور نظام مند - مرور نظام مند هر دو نوع مطالعات کارآزمائیه‌های بالینی و مطالعات مشاهده ای توسط ژورنال پذیرفته می شود. نحوه گزارش دهی مرورهای نظام مند کارآزمائیه‌های بالینی بایستی براساس راهنمای PRISMA و در مورد مطالعات مشاهده ای بایستی برطبق راهنمای MOOSE باشد. حدود ۴۰ مرجع جهت این گونه مقالات کافی است و خلاصه مقاله بایستی ساختاردار باشد.

- نامه به سردبیر: تعداد کلمات بایستی کمتر از ۷۵۰ کلمه باشند. نامه هایی که در پاسخ به مقالات چاپ شده قبلی در ژورنال ارسال می گردند، بایستی حداکثر ظرف مدت ۶ ماه از چاپ مقاله قبلی به دفتر ژورنال ارسال گردد. این گونه نامه ها نیز توسط داوران هم تراز بررسی می گردند و حداکثر تا ۵ مرجع کافی است.

- فتوکلینیک: عکس هایی که شامل نکته پزشکی برجسته ای می باشند نیز توسط ژورنال پذیرفته می شود. این گونه مقالات بایستی حاوی ۲-۱ عکس با کیفیت بالا و توصیفی از آنچه که در عکس دیده می شود، باشند. حداکثر کلمات ۵۰۰ کلمه و حداکثر تا ۵ مرجع قابل استفاده خواهد بود.

### • نحوه تهیه مقاله:

- برگه رویه (Cover letter) بایستی حاوی منطق انجام مطالعه و انتخاب ژورنال جراحی مفاصل و استخوان باشد. بعلاوه بایستی ذکر گردد که در طی بررسی مقاله در دفتر ژورنال و داوری های مربوط نویسندگان مقاله را به ژورنال دیگری ارسال نخواهند کرد. در صورتیکه نویسندگان قسمتی از نتایج بدست آمده در پژوهش را در منابع دیگری به چاپ رسانده اند، بایستی در این نامه به آن ها اشاره گردد.

- صفحه عنوان (Title Page) مقاله بایستی حاوی (۱) عنوان مقاله؛ (۲) نام نویسندگان؛ (۳) نام دانشگاه محل انجام پژوهش؛ (۴) عنوان کوتاه شده؛ و (۵) آدرس کامل پستی، تلفن/ دورنگار، و پست الکترونیکی نویسنده طرف مکاتبه باشد. این صفحه شماره گذاری نشود.

- جداول مربوط به "آنچه می دانستیم" و "یافته های جدید" بایستی حداکثر حاوی ۵۰ کلمه باشند که دانش فعلی در حیطه مقوله مورد مطالعه را عنوان نماید (براساس مطالعات قبلی) و یافته های جدیدی که مطالعه نویسنده به علم رایج اضافه خواهد کرد.

- خلاصه مقاله جهت مقالات اصلی بایستی بصورت ساختاردار باشد که حاوی زمینه مطالعه/ روشها/ یافته ها/ و نتیجه گیری باشد. خلاصه مقاله بایستی از ۲۵۰ کلمه بیشتر باشد. این صفحه را بعنوان صفحه اول شماره گذاری نمایید. سایر انواع مطالعات بایستی حاوی خلاصه مقاله غیرساختاردار ولی دارای اطلاعات ضروری در مورد مقاله باشند. در تهیه خلاصه مقالات مروری یک خلاصه مقاله ساختاردار حاوی خلاصه مختصری از نکات کلیدی هر مقاله بایستی ذکر گردد. ترجیحاً اختصارات بایستی در خلاصه مقاله ذکر گردند.

- کلمات کلیدی جهت امور مربوط به نمایه سازی مورد استفاده قرار می گیرند، هر مقاله بایستی حاوی ۳-۵ کلمه کلیدی انتخاب شده از [Medical Subject Headings (MeSH)] باشند.

- <http://www.nlm.nih.gov/mesh/>

- مقدمه بایستی شامل یک زمینه کوتاه از مطالعات قبلی و شکاف های موجود در علم رایج باشد و همچنین بایستی اهداف مطالعه یا مشاهده را ذکر نماید.

- روش ها بایستی با وضوح کافی روش انجام مطالعه که به کسب داده های مربوطه منجر شده را ذکر کند. لطفاً اطمینان یابید که این قسمت حاوی کلیه اطلاعات مرتبط (شامل شرایط ورود و خروج، نحوه انتخاب بیماران و غیره) باشد. این قسمت می تواند خود به زیر مجموعه های گوناگون تقسیم گردد. در مورد روش های استاندارد ذکر مرجع مربوطه کفایت می کند و نیاز به تکرار مجدد آن ها نمی باشد. جهت گزارش کارآزمائیه‌های بالینی نویسندگان بایستی طبق دستورالعمل CONSORT عمل نمایند (<http://www.consort-statement>)

- (org) کار آزمایشهای بالینی بایستی در یکی از مراکز ثبت کارآزماییهای بالینی مورد تأیید WHO ثبت شده باشند. کارآزماییهای بالینی انجام شده در ایران بایستی الزاماً در مرکز ثبت کارآزماییهای بالینی وزارت بهداشت به آدرس [www.irct.ir](http://www.irct.ir) ثبت شده باشند.
- سایر دستورالعمل های گزارش انواع مختلف مطالعات از جمله STROBE, STARD و PRISMA و غیره به نویسندگان در ارائه هرچه بهتر مقالات نوشته شده کمک خواهند کرد. وب سایت EQUATOR در این زمینه می تواند کمک کننده باشد ([www.equator\\_network.org](http://www.equator_network.org)).
  - نرم افزار مورد استفاده جهت آنالیز آماری داده ها و نسخه مربوطه بایستی در قسمت روش ها ذکر گردد.
  - یافته ها بایستی به ترتیب تقدم در متن، جداول و عکس ها ارائه گردند. یافته ها را براساس اهمیت آن ها ارائه نمایید. یافته ها بایستی الزاماً منبعت از نتایج خود پژوهش باشند.
  - جداول و عکس ها بایستی به ترتیبی که در متن ارائه می شوند، بوسیله اعداد مورد ارجاع قرار گیرند. جداول بایستی ساده باشند و نبایستی اطلاعات موجود در متن را تکرار نمایند. عکس ها در صورتی بایستی ارائه گردند که بتواند اطلاعات تکمیلی به مقاله اضافه نمایند. جهت عکس های رادیوگرافی، اسکن ها و عکس های پاتولوژی یا فتومیکروگرافها. لطفاً عکس های با کیفیت بالا با فرمت JPEG یا Bitmap ارسال نمایید. توضیحات نوشتاری مربوط به هر عکس (legend) بایستی در یک صفحه جداگانه و حاوی توضیحاتی در مورد scale باشد و همچنین روش های رنگ آمیزی در مورد فتومیکروگراف ها ذکر گردد. در مورد عکس های پاتولوژی و رادیولوژی با ارائه فلاش های مناسب مناطق مورد توجه در عکس ها بایستی مشخص گردند.
  - بحث بایستی یافته های مقاله را با سایر یافته های موجود در سایر مقالات و منابع مرتبط به چالش بکشد. بحث بایستی یافته های جدید و جنبه های مهم بدست آمده از پژوهش را در تقابل با سایر شواهد موجود تحلیل نماید. همچنین دلایل یافتن نتایج مربوطه بایستی تا حد امکان بررسی و بحث گردد. محدودیت های مطالعه و همچنین کاربردهای یافته های بدست آمده بایستی در این قسمت ذکر گردد.
  - نتیجه گیری بایستی شامل نتایج نهایی و توصیه هایی باشد که پژوهشگران قصد اطلاع رسانی در مورد آن ها را دارند. چنین نتایج و توصیه ها بایستی منبعت از یافته های همان مطالعه باشد و نتایج حاصل از سایر مطالعات نبایستی در این قسمت ذکر گردد.
  - موارد تکمیلی مانند کلیپ های ویدئویی، پرسشنامه و غیره می توانند در نسخه بر خط مجله انتشار یابند.
  - هرگونه حمایت و همکاری فنی، مالی و کلی که منجر به حصول شرایط تألیف نگردد، بایستی در قسمت تقدیر و تشکر ذکر گردد.
  - مراجع بایستی براساس ترتیب ارائه در متن بصورت عددی و پشت سرهم و براساس روش مرجع نویسی وانکور ذکر گردند. تعداد مراجع نبایستی بیش از ۴۰ عدد جهت مقالات اصیل پژوهشی، ۱۵ عدد جهت گزارش های کوتاه و ۱۰ عدد جهت گزارش های موردی باشد. جهت مراجعی که بیش از ۳ نویسنده دارند، نام ۳ نویسنده اول را ذکر نمایید و بدنبال آن از عبارت "et al" استفاده نمایند. جهت نحوه ارجاع دهی به انواع مختلف مراجع لطفاً به شیوه نامه کتابخانه ملی آمریکا به آدرس ذیل مراجعه نمایید:
  - (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7256/>) لیست ذکر شده ذیل حاوی مثال هایی جهت انواع مختلف ارجاع دهی به مقالات و منابع گوناگون می باشد.

#### Journal Article:

- Gaydess A, Duysen E, Li Y, Gilman V, Kabanov A, Lockridge O, et al. Visualization of exogenous delivery of nanoformulated butyrylcholinesterase to the central nervous system. *Chem Biol Interact.* 2010;187:295-8. doi: 10.1016/j.cbi.2010.01.005. PubMed PMID: 20060815; PubMed Central PMCID: PMC2998607.
  - Javan S, Tabesh M. Action of carbon dioxide on pulmonary vasoconstriction. *J Appl Physiol.* In press 2005
- Complete Book:
- Guyton AC: *Textbook of Medical Physiology.* 8th ed. Philadelphia, PA, Saunders, 1996.
- Chapter in Book:
- Young VR. The role of skeletal muscle in the regulation of protein metabolism. In Munro HN, editor: *Mammalian protein metabolism.* Vol 4. San Diego; Academic; 1970. p. 585-674.

#### تصحیح اشتباهات:

در صورت چاپ سهوی مطالب اشتباه در مقالات قبلی چاپ شده در ژورنال، تصحیح مربوطه در نسخه های بعدی ژورنال به چاپ خواهد رسید.

جهت کسب اطلاعات بیشتر لطفاً با دفتر مجله به آدرس ذیل مکاتبه نمایید:

تهران. بلوار کشاورز. شماره ۹۴. طبقه اول. کد پستی ۱۴۱۶۶

تلفن: ۰۲۱۸۸۹۸۳۶۰۹ - ۰۲۱۸۸۹۶۶۵۸۳

دورنگار: ۰۲۱۸۸۹۸۳۶۱۰

پست الکترونیکی: [ijosjournal@yahoo.com](mailto:ijosjournal@yahoo.com), [anjoman@iranoa.org](mailto:anjoman@iranoa.org) و سایت: <http://ijos.ir>



مؤلفین مدعو این جلد: دانشگاه علوم پزشکی خدمات بهداشتی، درمانی استان اصفهان

### فهرست

- ۱۵۷..... ارزیابی شواهد بالینی - اپیدمیولوژیک بیماران مبتلا به شکستگی اطراف پروتز پس از آرتروپلاستی کامل زانو  
دکتر مهدی مطیفی فرد، دکتر مهدی هادیان، دکتر علیرضا اسعدی، دکتر سیدمحمد رضا زمانیان
- ۱۶۵..... مقایسه‌ی آرتروپلاستی معمولی هیپ‌هریس با روش دوحركتی در دو مرکز آموزشی  
دکتر مهدی هادیان، دکتر مهدی مطیفی فرد، دکتر علیرضا اسعدی، دکتر محمد پرهام‌فر، دکتر مریم کریمی
- ۱۷۲..... بازبایی عملکرد و الگوی عوارض پس از درمان جراحی شکستگی‌های پیلن (مطالعه‌ی آینده‌نگر ۱۲ ماهه)  
دکتر شیروان رستگار، دکتر مهدی هادیان، دکتر مهدی مطیفی فرد، دکتر علیرضا اسعدی، دکتر زینب سعیدیان، دکتر فرشاد جلیلی
- ۱۸۰..... درمان اولیه‌ی دررفتگی زانو (مطالعه‌ای مقطعی)  
دکتر مجتبی بنی‌اسدی، دکتر مهدی هادیان، دکتر محمد رستمی، دکتر علیرضا اسعدی، دکتر شهریار رحمانی
- ۱۸۵..... فراوانی شکستگی‌های صفحه‌ی رشد نیازمند جراحی در کودکان زیر ۱۲ سال  
دکتر شهاب ایل‌کا، دکتر افشین احمدزاده حشمتی، دکتر امیررضا میرزایی سوسفیدی، دکتر مهسا ابویی
- ۱۸۹..... تعویض کامل مفصل زانو در بیماران مبتلا به ناهنجاری‌های خارج مفصلی؛ چالش‌ها، روش‌ها و نتایج (مقاله‌ی مروری)  
دکتر محمد عزیزی، دکتر هوشمند زارعی، دکتر مهیار مهدوی، دکتر سیدمحمد میتاق متشکره، دکتر میعاد نصرت‌پور، دکتر مانا ذاکر مشفق، دکتر حمیدرضا مصلح، دکتر سیدمرتضی کاظمی
- ۲۰۰..... ارتباط کف پای صاف بر کمردرد مزمن غیراختصاصی (مروری نظام‌مند بر مطالعات گذشته)  
فریبا مرادی وستگانی، دکتر منصور صاحب‌الزمانی، دکتر سعید بحیرایی
- ۲۰۹..... مدیریت جوش‌نخوردن هر دو استخوان ساعد عفونی با پلاک‌گذاری اولنار و پیوند استخوان رادیوس آنله (گزارش موردی)  
دکتر رضا بابایی، دکتر مینا غریبی، آیدا کرمی، سیدحسین حیدری

## ارزیابی شواهد بالینی - اپیدمیولوژیک بیماران مبتلا به شکستگی اطراف پروتز پس از آرتروپلاستی کامل زانو

### چکیده

**مقدمه:** شکستگی‌های پروتز اطراف مفصل پس از آرتروپلاستی کامل زانو (TKA) از عوارض پیچیده این جراحی محسوب می‌شوند، به‌ویژه در بیماران سالمند و مبتلا به پوکی استخوان. شناسایی عوامل خطر بالینی و اپیدمیولوژیک برای بهبود راهبردهای پیشگیری و مدیریت ضروری است.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه مقطعی و گذشته‌نگر، بیماران مبتلا به شکستگی پروتز اطراف زانو-۴۵ بیمار و ۹۰ بیمار بدون شکستگی (گروه کنترل) که طی دو سال در دو مرکز آموزشی درمان شده بودند، مطالعه شدند. اطلاعات جمعیت‌شناختی و بالینی، شاخص توده بدنی (BMI)، پوکی استخوان، مصرف کورتیکواستروئید و سابقه‌ی آرتروپلاستی مجدد زانو ثبت شد. شکستگی‌ها براساس محل آناتومیک و پایداری ایمپلنت با استفاده از سیستم‌های استاندارد طبقه‌بندی شدند. برای تعیین عوامل خطر مستقل از رگرسیون لجستیک استفاده شد.

**نتایج و بحث:** از میان ۴۵ بیمار مبتلا به شکستگی، ۶۸/۹ درصد زن و ۶۶/۷ درصد بالای ۶۰ سال بودند. شایع‌ترین محل شکستگی، فمور (۷۵/۶ درصد) بود. اکثر شکستگی‌ها (۷۵/۶ درصد) بیش از ۹۰ روز پس از جراحی رخ دادند. اضافه‌وزن و چاقی عوامل خطر مستقل محسوب شدند و بیشترین خطر مربوط به آرتروپلاستی مجدد زانو بود. پوکی استخوان و مصرف کورتیکواستروئید گرچه معنادار نبودند، اما روندی افزایشی در خطر نشان دادند. سن و جنس ارتباط معناداری با خطر شکستگی نداشتند.

**نتیجه‌گیری:** چاقی و سابقه آرتروپلاستی مجدد زانو از مهم‌ترین عوامل خطر مستقل برای شکستگی اطراف پروتز زانو پس از TKA هستند. پوکی استخوان و مصرف کورتیکواستروئید نیز می‌توانند در افزایش ریسک نقش داشته باشند. استفاده از شاخص توده بدنی، وضعیت بازبینی جراحی، سلامت استخوان و تاریخچه دارویی در ارزیابی پیش‌عمل و پیگیری پس از عمل می‌تواند به کاهش بروز این عارضه کمک کند.

**واژگان کلیدی:** آرتروپلاستی کامل زانو، شکستگی‌های اطراف پروتز، عوامل خطر، شاخص توده‌ی بدنی

پذیرش مقاله: ۴۲ روز قبل از چاپ

دکتر مهدی مطیفی‌فرد،<sup>۱</sup> دکتر مهدی هادیان،<sup>۲</sup> دکتر علیرضا اسعدی،<sup>۳</sup> دکتر سیدمحمد رضا زمانیان

### مقدمه

آرتروپلاستی کامل زانو (TKA) به‌عنوان یکی از روش‌های جراحی رایج و مؤثر برای بیماران مبتلا به استئوآرتریت پیشرفته‌ی زانو مطرح شده است و، با کاهش درد ناتوان‌کننده و بهبود تحرک، کیفیت زندگی آنان را افزایش می‌دهد.<sup>(۱)</sup> افزایش امید به زندگی و رشد جمعیت سالمندان نقش چشمگیری در افزایش استفاده از این جراحی‌ها در سراسر جهان داشته است و پیش‌بینی می‌شود این روند صعودی همچنان ادامه یابد. اگرچه آرتروپلاستی کامل زانو، برای بسیاری از بیماران، نتایج بلندمدت مطلوبی به همراه دارد، بروز عوارضی مانند شکستگی‌های اطراف پروتز (Periprosthetic fractures) مشکلی جدی به‌ویژه در افراد مسن و مبتلا به پوکی استخوان پدید می‌آورد.<sup>(۲،۳)</sup>

شکستگی‌های اطراف پروتز، که به‌عنوان شکستگی‌های ایجادشده در اطراف یا مجاورت پروتز زانوی کاشته‌شده تعریف می‌شوند، معمولاً در نواحی دیستال فمور، درشتنی یا کشکک اتفاق می‌افتند.<sup>(۴،۵)</sup> میزان بروز این شکستگی‌ها در میان جمعیت‌ها و شرایط بالینی گوناگون بسیار متفاوت است، به‌طوری که این میزان بین ۰/۳ تا ۲/۵ درصد پس از جراحی اولیه‌ی آرتروپلاستی کامل زانو گزارش شده است و در جراحی‌های ترمیمی (revision) افزایش چشمگیری می‌یابد که این میزان تا ۳۸ درصد بوده است. این روند با افزایش تعداد جراحی‌های آرتروپلاستی زانو در سطح جهانی همسو است و نگرانی‌ها را درباره‌ی افزایش هم‌زمان این عارضه تشدید کرده است.<sup>(۶،۸)</sup>

چندین عامل خطر در بروز شکستگی‌های اطراف پروتز تأثیر می‌گذارند، از جمله سن بالا، پوکی استخوان، سابقه‌ی شکستگی، آرتريت روماتوئید و مصرف طولانی‌مدت کورتیکواستروئیدها.<sup>(۹،۱۱)</sup> در میان این عوامل، پوکی استخوان اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا کاهش تراکم مواد معدنی استخوان موجب افت استحکام کلی استخوان همراه هستند،

۱. گروه جراحی ارتوپدی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران  
۲. کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

نویسنده‌ی مسئول:  
دکتر مهدی هادیان

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

فلیکس (Felix) برای شکستگی‌های درشتنی استفاده شد.<sup>(۱۹،۱۸)</sup> در این سیستم، نوع I به شکستگی بدون جابه‌جایی با پروتز پایدار اشاره دارد، نوع II شکستگی جابه‌جاشده با پروتز پایدار را شامل می‌شود و نوع III شکستگی همراه با پروتز ناپایدار یا شل را توصیف می‌کند که معمولاً به جراحی بازنگری نیاز دارد. این طبقه‌بندی در تصمیم‌گیری‌های درمانی تأثیر مهمی دارد، به طوری که شکستگی‌های نوع I معمولاً به صورت محافظه‌کارانه درمان می‌شوند، شکستگی‌های نوع II نیازمند فیکساسیون جراحی هستند و در شکستگی‌های نوع III معمولاً ضرورت دارد که آرتروپلاستی کامل زانو بازنگری شده (Revision TKA) انجام شود.<sup>(۲۳)</sup> طبقه‌بندی فلیکس شکستگی‌های اطراف پروتز درشتنی را براساس محل آناتومیک و پایداری پروتز دسته‌بندی می‌کند.<sup>(۲۳)</sup> در این سیستم، نوع I شامل شکستگی‌های صفحه‌ی بالایی درشتنی، نوع II شامل شکستگی‌های زیر صفحه‌ی درشتنی و مجاور ساقه‌ی پروتز، نوع III شامل شکستگی‌های پایین‌تر از ساقه‌ی پروتز درشتنی، و نوع IV شامل شکستگی‌های برجستگی درشتنی است. افزون بر این، هر نوع شکستگی براساس پایداری پروتز به زیرگروه‌های A، B و C تقسیم می‌شود. نوع A نشان‌دهنده‌ی پروتز پایدار، نوع B نشان‌دهنده‌ی وجود شل‌شدگی پروتز است و نوع C شکستگی‌های درون‌جراحی را نشان می‌دهد. این طبقه‌بندی به جراحان کمک می‌کند تا درمان مناسب را انتخاب کنند. شکستگی‌های نوع A معمولاً با روش محافظه‌کارانه درمان می‌شوند، درحالی‌که شکستگی‌های نوع B و C اغلب به مداخله‌ی جراحی نیاز دارند.<sup>(۲۴)</sup> طبقه‌بندی اورتیگرا (Ortigaera) و بری (Berry)، شکستگی‌های اطراف پروتز کشکک را براساس پایداری پروتز و سلامت دستگاه بازکننده‌ی زانو تقسیم می‌کند.<sup>(۲۵)</sup> نوع I شامل پروتز پایدار با سازوکار بازکننده‌ی سالم است، نوع II شامل پایداری متغیر پروتز همراه با آسیب در سازوکار بازکننده و نوع III شامل پروتز شل با سازوکار بازکننده‌ی سالم است. در این مطالعه، شکستگی‌ها براساس سیستم‌های مرجع متداول درجه‌بندی شدند: رورابک و لوئیس برای شکستگی‌های فمور، فلیکس برای شکستگی‌های درشتنی و اورتیگرا و بری برای شکستگی‌های کشکک. شاخص توده‌ی بدنی (BMI) نیز طبق طبقه‌بندی سازمان جهانی بهداشت (WHO) اندازه‌گیری و درجه‌بندی شد. این سیستم‌های طبقه‌بندی برای یکسان‌سازی ارزیابی‌ها و هدایت برنامه‌ریزی درمانی به کار گرفته شدند.<sup>(۲۶)</sup> شکستگی‌هایی که در فاصله‌ی ۹۰ روز پس از آرتروپلاستی کامل زانو رخ می‌دهند معمولاً از آسیب‌های جراحی یا نارسایی مکانیکی زودرس نشئت می‌گیرند، درحالی‌که شکستگی‌های دیرتر اغلب به فشارهای مزمن، شل‌شدگی پروتز یا زمین خوردن مربوط می‌شوند.<sup>(۱۰)</sup> در این مطالعه، برای اطمینان از شناسایی یکنواخت بیماری‌های هم‌زمان، از معیارهای تشخیصی استاندارد استفاده شد. پوکی استخوان با استفاده از سنجش تراکم استخوان ارزیابی شد و بیمارانی که T-score آن‌ها برابر یا کمتر از  $-2/5$  بود به‌عنوان بیماران مبتلا به پوکی استخوان طبقه‌بندی شدند.<sup>(۲۷)</sup>

ممکن است با درمان محافظه‌کارانه کنترل شوند، اما شکستگی‌های جابه‌جاشده یا مواردی که با شل‌شدگی پروتز همراه هستند، معمولاً به مداخله‌ی جراحی نیاز دارند. گزینه‌های درمانی شامل جاناندازی باز و فیکساسیون داخلی (ORIF) با صفحات قفل‌شونده یا میخ‌های داخل استخوانی است و، در برخی موارد، بسته به شدت عارضه، بازنگری (revision) آرتروپلاستی کامل زانو ضرورت است.<sup>(۱۷-۱۹)</sup> با توجه به افزایش بروز شکستگی‌های اطراف پروتز و تأثیر چشمگیر آن‌ها در پیامدهای بیماران، بررسی ویژگی‌های بالینی و اپیدمیولوژیک در جمعیت‌های مختلف ضرورت می‌یابد.<sup>(۲۰، ۲۱)</sup> هدف از این مطالعه ارزیابی ویژگی‌های بالینی و اپیدمیولوژیک افرادی است که دچار شکستگی اطراف پروتز پس از آرتروپلاستی کامل زانو شده‌اند و طی یک سال به دو بیمارستان آموزشی ارجاع داده شده‌اند تا یافته‌هایی ارائه شود که بتواند به بهبود راهبردهای بالینی در مدیریت این عارضه مهم کمک کند.

## مواد و روش‌ها

### طراحی و محل انجام مطالعه

این مطالعه‌ی مقطعی گذشته‌نگر در بیمارستان‌های الزهرا و کاشانی وابسته به دانشگاه علوم پزشکی اصفهان در بازه‌ی زمانی بین سال‌های ۲۰۲۲ تا ۲۰۲۴ انجام شد. هدف اصلی مطالعه ارزیابی ویژگی‌های بالینی - اپیدمیولوژیک ۴۵ بیمار مبتلا به شکستگی اطراف پروتز پس از آرتروپلاستی کامل زانو (TKA) بود. همچنین، گروه کنترل شامل ۹۰ بیمار بررسی شد. بیماران این گروه دارای آرتروپلاستی کامل زانو بدون شکستگی بودند و از نظر سن، جنس و شرایط زمینه‌ای مشابه با گروه مورد تطبیق داده شده بودند.

### شرکت‌کنندگان و جمع‌آوری داده‌ها

معیارهای ورود به مطالعه شامل داشتن سابقه‌ی آرتروپلاستی کامل زانو پیش از بروز شکستگی اطراف پروتز، تأیید تشخیص شکستگی براساس تصاویر سی‌تی‌اسکن پس از شکستگی و دریافت درمان در یکی از بیمارستان‌های مورد مطالعه در بازه‌ی زمانی تعیین‌شده بود. بیماران در صورتی از مطالعه خارج می‌شدند که پس از شکستگی تأیید تصویربرداری در پرونده نداشتند، پیگیری آنان قطع شده بود، یا مدارک پزشکی‌شان ناقص بود. روش سرشماری برای وارد کردن تمام بیماران واجد شرایط در بازه‌ی زمانی مشخص به کار گرفته شد. داده‌های جمع‌آوری‌شده شامل سن، جنس، شاخص توده‌ی بدنی (BMI)، محل شکستگی، طبقه‌بندی شکستگی‌ها و عوامل خطر مرتبط به‌ویژه وضعیت بازنگری آرتروپلاستی کامل زانو (Revision TKA) و وجود پوکی استخوان بود.

### طبقه‌بندی و تعریف شکستگی

شکستگی‌های اطراف پروتز براساس محل آناتومیک و میزان پایداری پروتز طبقه‌بندی شدند و از سیستم‌هایی مانند طبقه‌بندی رورابک (Rorabeck) و لوئیس (Lewis) برای شکستگی‌های فمور و طبقه‌بندی

که در دوره‌های بعدی ایجاد می‌شوند و معمولاً با فشار مزمن یا شل‌شدگی پروتز ارتباط دارند.

## نتایج

### ویژگی‌های جمعیت‌شناختی و بالینی

در این مطالعه، ۴۵ بیماری که در گروه شکستگی و ۹۰ بیماری که در گروه کنترل قرار داشتند بررسی شدند. جدول ۱ ویژگی‌های جمعیت‌شناختی و بالینی هر دو گروه را نشان می‌دهد. توزیع جنسیت و سن در میان دو گروه مشابه بود، به طوری که در مجموع حدود ۹۴ نفر (۶۹/۶۲ درصد) زن بودند و حدود دوسوم بیماران در هر دو گروه سنشان ۶۰ سال یا بیشتر بود. با این حال، تفاوت معناداری در طبقه‌بندی شاخص توده‌ی بدنی (BMI) بین دو گروه مشاهده شد، به گونه‌ای که در گروه شکستگی، نسبت بیماران دارای اضافه وزن (۲۲ نفر در برابر ۴۰ نفر) (۴۸/۹ درصد در مقابل ۴۴/۴ درصد) و چاقی (۱۸ نفر در مقابل ۲۰ نفر) (۴۰/۰ درصد در مقابل ۲۲/۲ درصد) به طور چشمگیری بالاتر از گروه کنترل بود ( $p = 0/01$  برای هر دو طبقه).

### الگوها و توزیع شکستگی‌ها

ویژگی‌های شکستگی‌ها، که در جدول ۳ ارائه شده است، نشان می‌دهند که شکستگی‌های فمور شایع‌ترین نوع شکستگی هستند و ۷۵/۶ درصد موارد را تشکیل می‌دهند. پس از آن، شکستگی‌های درشتنی با ۲۲/۲ درصد و شکستگی‌های کشکک با تنها ۲/۲ درصد نسبتاً نادر هستند (جدول ۲). براساس طبقه‌بندی رورابک و لوئیس، شکستگی‌های نوع II فمور شایع‌ترین زیرگروه هستند و ۵۵/۹ درصد از آسیب‌های فمور را شامل می‌شوند. همچنین، طبق طبقه‌بندی فلیکس، شکستگی‌های نوع I درشتنی بیشتر رخ می‌دهند و ۶۰/۰ درصد از آسیب‌های درشتنی را تشکیل می‌دهند. این یافته‌ها بر شیوع بالای شکستگی‌های فمور تأکید دارند که با مطالعات قبلی همسو است و اهمیت آن‌ها را در بروز عوارض مرتبط با آرتروپلاستی کامل زانو (TKA) نشان می‌دهد.

### تحلیل عوامل خطر

باید توجه کرد که ۷ نفر (۱۵/۶ درصد) از بیماران گروه شکستگی تحت آرتروپلاستی کامل زانوی بازنگری شده قرار گرفته بودند، در حالی که هیچ‌یک از بیماران گروه کنترل سابقه‌ی جراحی بازنگری نداشتند ( $p=0/001$ ). اگرچه به سطح معناداری آماری سنتی نرسید، روندی مشاهده شد که نشان‌دهنده‌ی شیوع بالاتر پوکی استخوان و استفاده از کورتیکواستروئیدها در گروه شکستگی بود (هر دو ۶/۷ درصد در مقابل ۱/۱ درصد،  $p=0/07-0/08$ ). پس از تعدیل عوامل مخدوش‌کننده‌ی احتمالی، اضافه وزن و چاقی به عنوان عوامل خطر معنادار برای شکستگی اطراف پروتز شناسایی شدند، با نسبت شانس تعدیل‌شده به ترتیب ۲/۵۰ CI: ۱/۵-۱۰/۷۰،  $p=0/03$  و ۳/۸۰ CI: ۱/۸-۴۰/۸۰،  $p=0/01$  طبیعی. بازنگری آرتروپلاستی کامل زانو با بیشترین خطر مرتبط بود، با نسبت شانس

استفاده از کورتیکواستروئیدها در صورتی معنادار طبقه‌بندی می‌شود که بیمار دارای سابقه‌ی مستند مصرف خوراکی کورتیکواستروئیدها معادل ۵ میلی‌گرم پردنیزولون یا بیشتر در روز به مدت حداقل سه ماه متوالی طی یک سال گذشته باشد، یا دست‌کم سه تزریق درون‌مفصلی کورتیکواستروئید در زانوی مبتلا طی دو سال پیش از جراحی اولیه انجام داده باشد.<sup>(۲۸)</sup> بازنگری آرتروپلاستی کامل زانو براساس سوابق پزشکی شناسایی شد که در آن‌ها تعویض یک یا چند بخش از پروتز اولیه‌ی زانو با جراحی به دلیل نارسایی مکانیکی، عفونت، ناپایداری یا سایر عوارض ثبت شده بود. همچنین، پیش از بروز شکستگی اطراف پروتز، وجود ایمپلنت‌های بازنگری‌شده با تصویربرداری رادیولوژیک تأیید شد.<sup>(۲۹)</sup> تمامی تشخیص‌ها از طریق بررسی جامع پرونده‌های الکترونیکی بیماران شامل یادداشت‌های کلینیکی سرپایی، گزارش‌های جراحی، فهرست داروها و مطالعات تصویربرداری بازبینی شدند تا از طبقه‌بندی دقیق عوامل خطر اطمینان حاصل شود.

جدول ۱: ویژگی‌های جمعیت‌شناختی و بالینی جمعیت مورد مطالعه				
متغیر	طبقه	گروه شکستگی (n = ۴۵)	گروه کنترل (n = ۹۰)	p-value
جنسیت	زن	۳۱ (٪۶۸/۹)	۶۳ (٪۷۰/۰)	۰/۸۹
	مرد	۱۴ (٪۳۱/۱)	۲۷ (٪۳۰/۰)	
سن	≥ ۶۰ سال	۳۰ (٪۶۶/۷)	۶۰ (٪۶۶/۷)	۱/۰۰
	≤ ۶۰ سال	۱۵ (٪۳۳/۳)	۳۰ (٪۳۳/۳)	
طبقه‌بندی BMI	طبیعی	۵ (٪۱۱/۱)	۳۰ (٪۳۳/۳)	۰/۱۰
	اضافه وزن	۲۲ (٪۴۸/۹)	۴۰ (٪۴۴/۴)	
	چاقی	۱۸ (٪۴۰/۰)	۲۰ (٪۲۲/۲)	
محل شکستگی	داخل پروتز	۱۵ (٪۳۳/۳)	---	---
	در لبه پروتز	۲۰ (٪۴۴/۴)	---	
	در بالای نوک	۱۰ (٪۲۲/۲)	---	
بازنگری کامل زانو (TKA)	بله	۷ (٪۱۵/۶)	۰ (٪۰)	< ۰/۰۰۱
پوکی استخوان	بله	۳ (٪۶/۷)	۱ (٪۱/۱)	۰/۰۷-۰/۰۸
	بله	۳ (٪۶/۷)	۱ (٪۱/۱)	۰/۰۷-۰/۰۸
کاربرد کورتیکواستروئید	بله	۳ (٪۶/۷)	۱ (٪۱/۱)	۰/۰۷-۰/۰۸

### تحلیل آماری

تحلیل داده‌ها با استفاده از روش‌های آماری از جمله آزمون کای اسکوئر (Chi-square) برای متغیرهای طبقه‌ای و رگرسیون لجستیک به منظور ارزیابی اثربخشی درمان و عوامل خطر مرتبط انجام شد. این تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام شد. همچنین، در این مطالعه زمان بروز شکستگی‌های اطراف پروتز بررسی شد، به ویژه با تمرکز بر تمایز میان شکستگی‌هایی که در ۹۰ روز نخست پس از آرتروپلاستی کامل زانو رخ می‌دهند و معمولاً با آسیب جراحی مرتبط هستند و شکستگی‌هایی

نظر آماری معنادار نبود. این نتایج سلسله‌مراتب مشخصی از عوامل خطر ارائه می‌دهند و به شفاف‌سازی و مطرح کردن بحث‌های موجود در ادبیات علمی درباره‌ی اهمیت نسبی هر عامل کمک می‌کنند.

### مقایسه با مطالعات پیشین

ارتباط معنادار بین شاخص توده‌ی بدنی (BMI) بالا و شکستگی‌های اطراف پروتز در مطالعه‌ی ما با یافته‌های اخیر در ادبیات علمی همسو است. پوگا (Puga) و همکاران (2024)، در یک مرور نظام‌مند، تأثیر BMI در خطر شکستگی اطراف پروتز پس از آرتروپلاستی زانو را بررسی کردند و نشان دادند که دسته‌های بالاتر BMI با افزایش خطر شکستگی همراه هستند.<sup>(۳۰)</sup> یافته‌های ما همچنین رابطه‌ی دوز - پاسخ واضحی را نشان داد، به طوری که بیماران با اضافه وزن در مقایسه با افراد با BMI طبیعی ۲/۵ برابر و بیماران چاق ۳/۸ برابر شانس بیشتری برای شکستگی اطراف پروتز داشتند. توضیح بیومکانیکی این ارتباط احتمالاً ناشی از افزایش بار مکانیکی بر رابط پروتز - استخوان در بیماران با وزن بالاتر است.

جدول ۳: تحلیل رگرسیون لجستیک چندمتغیره‌ی عوامل خطر شکستگی اطراف پروتز			
P-value	نسبت شانس تعدیل شده (۹۵ درصد CI)	مرجع (اگر قابل کاربرد باشد)	پیش‌بینی‌کننده
۰/۹۶	۱/۰۲ (۰/۴۸-۲/۱۰)	<۶۰	سن (≥۶۰ در مقابل <۶۰)
۰/۸۴	۱/۰۸ (۰/۵۲-۲/۲۴)	مرد	جنسیت (زن در مقابل مرد)
۰/۰۳	۲/۵۰ (۱/۱۰-۵/۷۰)	طبیعی	(اضافه وزن) BMI
۰/۰۱	۳/۸۰ (۱/۴۰-۸/۸۰)	طبیعی	BMI (چاقی)
<۰/۰۰۱	۱۵/۰ (۴/۰۰-∞)	خیر	بازنگری TKA (بله در مقابل خیر)
۰/۰۸	۴/۰۰ (۰/۸۵-۱۶/۰)	خیر	پوکی استخوان
۰/۰۹	۳/۹۰ (۰/۸۰-۱۵/۰)	خیر	کاربرد کورتیکواستروئید

علاوه بر این، مسائل و مشکلات عملیاتی در بیماران چاق ممکن است به قرارگیری نامناسب اجزای پروتز منتهی شود و نقاط تمرکز تنش (stress risers) پدید آورد.<sup>(۳۱)</sup> ردوندو-تراسوبارس (Redondo-Trasobares) و همکاران (2020) چاقی را به‌عنوان یک عامل خطر مستقل برای شکستگی‌های فمور اطراف پروتز شناسایی کردند و پیشنهاد دادند که ترکیب افزایش تنش مکانیکی و مشکلات فنی حین جراحی می‌تواند این رابطه را به‌خوبی توضیح دهد.<sup>(۳۲)</sup> مطالعه ما همچنین بازنگری آرتروپلاستی کامل زانو (TKA) را به‌عنوان قوی‌ترین پیش‌بینی‌کننده‌ی شکستگی اطراف پروتز بعدی شناسایی کرد (نسبت شانس تعدیل شده ۱۵/۰۰،  $p < ۰/۰۰۱$ ). این یافته‌ها را مطالعات قبلی کاملاً پشتیبانی می‌کنند. میک (Meek) و همکاران (2011) گزارش کردند که خطر شکستگی اطراف پروتز پس از بازنگری TKA (۲/۲ درصد) به‌طور چشمگیری بالاتر از TKA اولیه است (۰/۶ درصد).<sup>(۳۳)</sup> میر (Meyer) و همکاران (2021) نیز

تعدیل شده ۰۰/۱۵ ( $p < 0.001$ )،  $CI 95\%: 4.00-\infty$ ) که نشان‌دهنده‌ی رابطه‌ی قوی بین جراحی بازنگری قبلی و بروز شکستگی اطراف پروتز بعدی است.

جدول ۲: ویژگی‌های شکستگی‌ها		
نوع شکستگی	گروه شکستگی (n = ۴۵)	
فمور	۳۴ (٪۷۵/۶)	
تیبیا	۱۰ (٪۲۲/۲)	
درشتنی	۱ (٪۲/۲)	
طبقه‌بندی رورابک و لوئیس	نوع I (فمور)	۱۵ (٪۴۴/۱)
	نوع II (فمور)	۱۹ (٪۵۵/۹)
	نوع III (فمور)	۰
طبقه‌بندی فلیکس	نوع I (تیبیا)	۶ (٪۱۰/۰)
	نوع II (تیبیا)	۳ (٪۳۰/۰)
	نوع III (تیبیا)	۱ (٪۱۰/۰)
نوع IV (تیبیا)	۰	

اگرچه پوکی استخوان و استفاده از کورتیکواستروئید به سطح معناداری آماری  $p < ۰/۰۵$  نرسیدند، روندی به سمت افزایش خطر نشان دادند، با نسبت شانس تعدیل شده به ترتیب  $p = ۰/۰۸$ ،  $CI: ۰/۱۶-۸۵/۰۰$  و  $p = ۰/۰۹$ ،  $CI: ۰/۱۵-۸۰/۰۰$  (درصد) و  $۳/۹۰$  (درصد) و  $۰/۰۹$  (درصد). این یافته‌ها با وجود معناداری آماری حاشیه‌ای احتمالاً از نظر بالینی اهمیت دارند که می‌تواند ناشی از اندازه‌ی نمونه‌ی نسبتاً کوچک باشد. سن و جنسیت در این جمعیت مطالعه با خطر شکستگی اطراف پروتز ارتباط معنادار نداشتند و نسبت شانس‌های تعدیل شده نزدیک به ۱/۰ و مقادیر  $p < ۰/۰۸$  بود (جدول ۳).

زمان‌بندی شکستگی‌ها پس از آرتروپلاستی کامل زانو (TKA) نشان می‌دهد که اکثر شکستگی‌ها (۷۵/۶ درصد) ۹۰ روز یا بیشتر پس از جراحی اتفاق می‌افتند. این یافته‌ها نشان می‌دهند که این شکستگی‌ها احتمالاً بیشتر با مشکلات پایداری پروتز در طول زمان ارتباط دارند تا آسیب حاد جراحی. در مقابل، ۲۴/۴ درصد از شکستگی‌ها در ۹۰ روز نخست پس از جراحی رخ می‌دهند که ممکن است به فرایند جراحی مرتبط باشند (جدول ۴).

## بحث

### خلاصه‌ی یافته‌های کلیدی

بازنگری آرتروپلاستی کامل زانو (TKA) قوی‌ترین عامل خطر مستقل برای شکستگی اطراف پروتز استخوانی با نسبت شانس ۱۵/۰ بود که نشان‌دهنده‌ی افزایش شدید خطر نسبت به آرتروپلاستی اولیه است. شاخص توده‌ی بدنی (BMI) بالا نیز یک عامل خطر قوی به شمار رفت، به طوری که خطر در افراد چاق بیشتر از افرادی بود که اضافه وزن داشتند. پوکی استخوان روندی به سمت افزایش خطر شکستگی نشان داد، اما از

(Buckley) و همکاران (2017) در دستورالعمل کالج امریکایی روماتولوژی توضیح دادند که مصرف گلوکوکورتیکوئید با کاهش سریع تراکم استخوان و افزایش خطر شکستگی همراه است و عوارض آن از سه ماه نخست درمان آغاز می‌شود. سازوکار این عوارض شامل مسیره‌های مختلفی از جمله کاهش تشکیل استخوان، افزایش بازجذب استخوان و تغییر متابولیسم کلسیم است.<sup>(۲۸)</sup> این تغییرات می‌توانند یکپارچگی ساختاری استخوان اطراف پروتز را تحت تأثیر قرار دهند. هرچند مطالعه‌ی ما فقط روند را نشان داد، نسبت شانس نسبتاً بالا (۳/۹۰) حاکی از اهمیت بالینی بالقوه است حتی اگر به سطح معناداری آماری  $p < 0.05$  نرسیده باشد. جالب است که مطالعه‌ی ما سن  $\leq 60$  سال (نسبت شانس تعدیل شده ۱/۰۸،  $p = 0.96$ ) یا جنسیت مؤنث (نسبت شانس تعدیل شده ۱/۰۸،  $p = 0.84$ ) را به‌عنوان عوامل خطر معنادار برای شکستگی اطراف پروتز شناسایی نکرد. این یافته با برخی گزارش‌های قبلی متفاوت است. برای مثال، کینگ (King) و همکاران (2018) سن بالا و جنسیت مؤنث را به‌عنوان عوامل خطر برای شکستگی‌های اطراف پروتز پس از آرتروپلاستی کامل مفصل معرفی کردند.<sup>(۳۰)</sup> سینگ (Singh) و لوالن (Lewallen) (2011) نیز دریافتند که سن بالاتر با افزایش خطر شکستگی اطراف پروتز پس از TKA مرتبط است.<sup>(۳۱)</sup> عدم مشاهده این ارتباط در مطالعه‌ی ما ممکن است به چند عامل مربوط باشد. اول، فرایند تطبیق سن و جنسیت بین گروه‌های مورد و کنترل ممکن است توانایی شناسایی این عوامل به‌عنوان عوامل خطر مستقل را کاهش داده باشد. دوم، تأثیر سن و جنسیت ممکن است از طریق عوامل دیگری مانند کیفیت استخوان و بیماری‌های هم‌زمان واسطه‌ای شده باشد. سرانجام، جمعیت منطقه‌ای مطالعه‌ی ما ممکن است ویژگی‌های خاصی داشته باشد که الگوی ریسک رایج دیده‌شده در مطالعات دیگر را تغییر دهد.

#### پیامدهای بالینی و توصیه‌ها

ارتباط قوی بین بازنگری آرتروپلاستی کامل زانو (TKA) و شکستگی اطراف پروتز بعدی ضرورت انتخاب دقیق بیماران، اجرای دقیق تکنیک جراحی و نظارت دقیق پس از عمل در موارد بازنگری را برجسته می‌کند. جراحان باید در خصوص قرارگیری صحیح ساقه‌ی پروتز آگاه باشند تا از ایجاد نقاط تمرکز تنش جلوگیری کنند و، در صورت امکان، حفظ حجم استخوان را مد نظر قرار دهند.<sup>(۲۹، ۱۵)</sup> برای بیماران که BMI بالا دارند، یافته‌های ما نشان می‌دهد که مدیریت وزن باید بخشی از برنامه‌ی مراقبتی جامع باشد. بهینه‌سازی وزن پیش از عمل ممکن است خطر این عارضه جدی را کاهش دهد. علاوه‌براین، بیماران با BMI بالا ممکن است از پروتکل‌های توان‌بخشی محافظه‌کارانه‌تر پس از جراحی و دوره‌های طولانی‌تر تحمل وزن محافظت‌شده بهره‌مند شوند.<sup>(۳۰)</sup> اگرچه پوکی استخوان و مصرف کورتیکواستروئیدها فقط روندی را نشان می‌دهد که به سمت معناداری پیش می‌رود، نسبت شانس نسبتاً بالای آن‌ها حاکی از اهمیت بالینی آن‌ها است. ارزیابی سلامت استخوان باید در معاینه‌های پیش از جراحی TKA به‌ویژه در بیماران دارای سایر عوامل خطر مورد توجه قرار گیرد. مدیریت دارویی پوکی استخوان ممکن است برای بیماران

شکستگی اطراف پروتز را یکی از علل اصلی شکست پس از بازنگری غیر عفونی TKA معرفی کردند.<sup>(۱۳)</sup> چندین عامل می‌تواند این ارتباط قوی را توضیح دهد. رودریگز-مرچان (Rodriguez-Merchan) (2024) توضیح داد که بازنگری TKA اغلب نیازمند برداشت بخش بیشتری از استخوان است که ممکن است مقدار استخوان باقی‌مانده کمتر شود و موجب ضعف ساختاری شود.<sup>(۱۵)</sup> علاوه‌براین، قطعات بازنگری‌شده معمولاً دارای ساقه‌های بلندتری هستند که می‌توانند در نوک ساقه نقاط تمرکز تنش ایجاد کنند. تغییرات بیومکانیکی پس از جراحی بازنگری، همراه با کیفیت احتمالی پایین‌تر استخوان، محیطی مناسب برای ایجاد شکستگی فراهم می‌کند.<sup>(۲۹، ۱۵)</sup>

جدول ۴: زمان بندی شکستگی‌ها پس از آرتروپلاستی کامل زانو (TKA)

زمان بندی	گروه شکستگی (n = ۴۵)
≥ ۹۰ روز	۳۴ (٪۷۵/۶)
< ۹۰ روز	۱۱ (٪۲۴/۴)

اگرچه در مطالعه‌ی ما پوکی استخوان نشان داد که روند به سمت افزایش خطر شکستگی پیش می‌رود (نسبت شانس تعدیل شده  $p = 0.08$ ،  $p = 0.40$ )، اما به سطح معناداری آماری رایج نرسید. این یافته با برخی مطالعات اخیر، که نشان دادند ارتباط قوی‌تری وجود دارد، متفاوت است. هریس (Harris) و همکاران (2024) نشان دادند که بیماران مبتلا به پوکی استخوان که تحت TKA قرار گرفته‌اند، در طول ۵ سال پس از جراحی، عوارض مرتبط با ایمپلنت از جمله شکستگی اطراف پروتز بیشتری دارند.<sup>(۱۴)</sup> پارک (Park) و همکاران (2024) نیز تأکید کردند که سابقه‌ی شکستگی ناشی از پوکی استخوان پیش‌بینی‌کننده‌ی مهم شکستگی فمور دیستال اطراف پروتز پس از TKA است.<sup>(۱۲)</sup> اهمیت حاشیه‌ای یافته‌ها در مطالعه‌ی ما ممکن است ناشی از اندازه‌ی نمونه‌ی نسبتاً کوچک و شیوع پایین تشخیص پوکی استخوان گزارش‌شده (۶/۷ درصد در گروه شکستگی) باشد. ممکن است پوکی استخوان یا استئوپنی‌ای که تشخیص داده نشده است در بیماران دیگری نیز وجود داشته باشد. اگاروال (Agarwal) و همکاران (2023) نشان دادند که شکستگی‌های پیشین ناشی از شکنندگی استخوان، که اغلب نشان‌دهنده‌ی مشکلات کیفی استخوان هستند، به‌طور چشمگیری خطر شکستگی‌های طولانی‌مدت اطراف پروتز پس از TKA را افزایش می‌دهند.<sup>(۱)</sup> جالب است که فورلنزا (Forlenza) و همکاران (2024) دریافتند درمان با بیس‌فسفونات در بیماران مبتلا به پوکی استخوان، تأثیری در خطر شکستگی اطراف پروتز پس از TKA ندارد که این امر نشان می‌دهد مدیریت دارویی پوکی استخوان ممکن است به‌طور کامل خطر شکستگی در این جمعیت را کاهش ندهد.<sup>(۱۰)</sup> این موضوع پیچیدگی رابطه‌ی بین کیفیت استخوان و خطر شکستگی اطراف پروتز را برجسته می‌کند. یافته‌های ما نشان داد که مصرف کورتیکواستروئیدها روندی به سمت افزایش خطر شکستگی دارد (نسبت شانس تعدیل شده  $p = 0.09$ ،  $p = 0.90$ )، اگرچه این ارتباط از نظر آماری معنادار نبود. این روند با شواهد موجود درباره‌ی آثار منفی کورتیکواستروئید بر متابولیسم استخوان همخوانی دارد. بوکلی

مدیریت پس از جراحی برجسته می‌کنند. ارزیابی جامع عوامل خطر، که شامل BMI، وضعیت بازنگری، سلامت استخوان و سابقه‌ی دارویی باشد، می‌تواند به شناسایی بیمارانی کمک کند که از نظارت دقیق‌تر و راهبردهای پیشگیرانه بهره‌مند خواهند شد. استفاده از رویکرد چندرشته‌ای برای رسیدگی به این عوامل خطر می‌تواند شیوع این عارضه‌ی مشکل‌زا را کاهش دهد.

#### تقدیر و تشکر

معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان (IUMS) این مطالعه‌ی بالینی را توسط تأمین مالی کرده است. بدین طریق، از معاون پژوهشی دانشگاه صمیمانه قدردانی می‌کنیم.

#### منابع

1. Agarwal AR, Cohen JS, Tarawneh OH, Gu A, Debritz J, Golladay GJ, Thakkar SC. The impact of prior fragility fractures on long-term periprosthetic fracture risk following total knee arthroplasty. *Osteoporos Int*. 2023 Aug; 34(8): 1429-1436. doi: [10.1007/s00198-023-06746-2](https://doi.org/10.1007/s00198-023-06746-2). Epub 2023 May 11. PMID: 37166492.
2. Bauer C, Zaharia B, Galliot F, Parot J, Houfani F, Mayer J, Mainard D. Management and results in periprosthetic tibial fracture after total knee arthroplasty: Two-center 15-case retrospective series at 2 years' follow-up. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2020 May; 106(3): 449-458. doi: [10.1016/j.otsr.2020.01.008](https://doi.org/10.1016/j.otsr.2020.01.008). Epub 2020 Mar 14. PMID: 32184065.
3. Chantelot C, Saab M, Bégue T, Kaba A, Favreau H, Ehlinger M. Periprosthetic fracture around total knee arthroplasty: What are the advantages of minimal-invasive surgery? *Injury*. 2024 Jun; 55 Suppl 1: 111351. doi: [10.1016/j.injury.2024.111351](https://doi.org/10.1016/j.injury.2024.111351). Epub 2024 Jul 26. PMID: 39069343.
4. Chantelot C, Saab M, Martin T, Begue T, Ehlinger M, Flecher X; SoFCOT. Revision total knee arthroplasty with periprosthetic distal femoral fracture. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2024 Nov; 110(7): 103856. doi: [10.1016/j.otsr.2024.103856](https://doi.org/10.1016/j.otsr.2024.103856). Epub 2024 Mar 2. PMID: 38438108.
5. Chowdary AR, Wukich DK, Sambandam S. Complications of periprosthetic fracture revision vs aseptic revision of total knee arthroplasty. *J Orthop*. 2024 Feb 23; 53: 20-26. doi: [10.1016/j.jor.2024.02.033](https://doi.org/10.1016/j.jor.2024.02.033). PMID: 38450064; PMCID: PMC10912218.
6. Lenz M, Acklin YP, Kasper LA, Mischler D, Varga P, Zderic I, Gehweiler D, Klos K, Gueorguiev B, Stoffel K. Biomechanical evaluation of the docking nail concept in periprosthetic fracture fixation around a stemmed total knee arthroplasty. *Journal of Biomechanics*. 2021; 115: 110109. doi: [10.1016/j.jbiomech.2020.110109](https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2020.110109)
7. Lombardo DJ, Siljander MP, Sobh A, Moore DD, Karadsheh MS. Periprosthetic fractures about total knee arthroplasty. *Musculoskeletal Surg*. 2020 Aug; 104(2): 135-143. doi: [10.1007/s12306-019-00628-9](https://doi.org/10.1007/s12306-019-00628-9). Epub 2019 Oct 23. PMID: 31643045.
8. Mayr MF, Südkamp NP, Konstantinidis L. Periprosthetic fracture management around total knee arthroplasty. *J Orthop*. 2021 Jan 5; 23: 239-245. doi:

پرختر مفید باشد، هرچند فولنزا (Forlenza) و همکاران (2024) نشان داده‌اند که درمان با بیس فسفونات به‌تنهایی ممکن است خطر شکستگی را کاملاً کاهش ندهد.<sup>(۲۷،۱۰)</sup> این مطالعه دارای چندین نقطه‌ی قوت است، از جمله طراحی مورد - کنترلی با گروه‌های کنترل تطبیق‌داده‌شده، ارزیابی جامع عوامل خطر و تحلیل چندمتغیره با کنترل عوامل مخدوش‌کننده احتمالی. با این حال، محدودیت‌هایی نیز وجود داشت که باید به آن‌ها توجه کرد.

#### محدودیت‌ها و تحقیقات آینده

اول، اندازه‌ی نمونه‌ی نسبتاً کوچک، به‌ویژه در گروه شکستگی (n = ۴۵)، ممکن است توان آماری کافی برای شناسایی ارتباطات با پوکی استخوان و مصرف کورتیکواستروئیدها را محدود کرده باشد. دوم، ماهیت گذشته‌نگر مطالعه احتمال وجود سوگیری انتخاب و اطلاعات را افزایش می‌دهد. سوم، در این مطالعه، داده‌هایی درباره‌ی تکنیک‌های جراحی، طراحی ایمپلنت‌ها یا پروتکل‌های توان‌بخشی پس از عمل جمع‌آوری نشده است، درحالی‌که این عوامل ممکن است در خطر شکستگی تأثیرگذار باشند. علاوه‌براین، داده‌های اندازه‌گیری تراکم استخوان برای همه‌ی بیماران در دسترس نبود که این امر می‌تواند به کم‌تشخیصی پوکی استخوان منجر شده باشد. در نهایت، طراحی تک‌مرکزی مطالعه ممکن است قابلیت تعمیم به جمعیت‌های دیگر با ویژگی‌های جمعیت‌شناختی یا شیوه‌های مراقبت متفاوت را محدود کند.

تحقیقات آینده باید بر مطالعات آینده‌نگر با نمونه‌های بزرگ‌تر متمرکز شوند تا بتوان رابطه‌ی بین پوکی استخوان، مصرف کورتیکواستروئید و خطر شکستگی اطراف پروتز را دقیق‌تر مشخص کرد. مطالعاتی که اندازه‌گیری منظم تراکم استخوان را شامل شوند ارزیابی دقیق‌تری از کیفیت استخوان ارائه خواهند داد. بررسی راهبردهای محافظتی برای بیماران پرختر، از قبیل تکنیک‌های جراحی تعدیل‌شده، ملاحظات انتخاب ایمپلنت و پروتکل‌های توان‌بخشی سفارشی‌شده، اهمیت زیادی دارد. همچنین، تحقیقات درباره‌ی نقش داروهای تقویت‌کننده‌ی استخوان در پیشگیری از شکستگی‌های اطراف پروتز، به‌ویژه در بیماران آرتروپلاستی مفصل، می‌تواند یکی از خلأهای مهم دانشی را پر کند. مطالعات طولی نیز که تأثیر مداخلات مدیریت وزن در خطر شکستگی در بیماران دارای اضافه وزن و چاقی را ارزیابی کنند بینش‌های ارزشمندی برای عملکرد بالینی و برنامه‌ریزی درمانی فراهم خواهند آورد.

#### نتیجه‌گیری

مطالعه‌ی ما نشان می‌دهد که شاخص توده‌ی بدنی بالا (BMI) و بازنگری آرتروپلاستی کامل زانو (TKA) به‌عنوان عوامل خطر مستقل و معنادار برای شکستگی اطراف پروتز پس از TKA شناسایی می‌شوند، درحالی‌که پوکی استخوان و مصرف کورتیکواستروئیدها نشان می‌دهند که روند وضعیت بیمار به سمت افزایش خطر پیش می‌رود. این یافته‌ها اهمیت توجه به عوامل خطر قابل‌بازنگری را در برنامه‌ریزی پیش از عمل و

- Mar; 11(Suppl 2): S246-S254. doi: [10.1016/j.jcot.2019.10.005](https://doi.org/10.1016/j.jcot.2019.10.005). Epub 2019 Oct 15. PMID: 32189949; PMCID: PMC7068021.
19. Wan Q, Zhang A, Liu Y, Chen H, Zhao X, Han Q, Wang J. Stem to prevent periprosthetic fracture after notching in total knee arthroplasty. *Int J Numer Method Biomed Eng.* 2024 Oct; 40(10): e3842. doi: [10.1002/cnm.3842](https://doi.org/10.1002/cnm.3842). Epub 2024 Aug 5. PMID: 39099381.
  20. Puga TB, Lam A, Ferguson C, Box MW, Badylak J, Riehl JT. Body Mass Index (BMI) and Associations of Periprosthetic Fracture Risk after TKA: A Systematic Review. *Journal of Orthopaedic Reports.* 2025; 4(1s): 100545. doi: [10.1016/j.jorep.2024.100545](https://doi.org/10.1016/j.jorep.2024.100545)
  21. Viswanathan VK, Subramanian S, Mounasamy V, Sambandam S. What are the predisposing factors for periprosthetic fractures following total hip arthroplasty? - a National Inpatient Sample-based study. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2024 Jun; 144(6): 2803-2810. doi: [10.1007/s00402-024-05343-0](https://doi.org/10.1007/s00402-024-05343-0). Epub 2024 Apr 25. PMID: 38661998.
  22. Meek RM, Norwood T, Smith R, Brenkel IJ, Howie CR. The risk of peri-prosthetic fracture after primary and revision total hip and knee replacement. *J Bone Joint Surg Br.* 2011 Jan; 93(1): 96-101. doi: [10.1302/0301-620X.93B1.25087](https://doi.org/10.1302/0301-620X.93B1.25087). PMID: 21196551.
  23. Morwood MP, Gebhart SS, Zamith N, Mir HR. Outcomes of fixation for periprosthetic tibia fractures around and below total knee arthroplasty. *Injury.* 2019 Apr; 50(4): 978-982. doi: [10.1016/j.injury.2019.03.014](https://doi.org/10.1016/j.injury.2019.03.014). Epub 2019 Mar 15. PMID: 30929804.
  24. Udagawa K, Niki Y, Harato K, Kobayashi S, Nomoto S. Arthroscopically Assisted Retrograde Intramedullary Nailing for Periprosthetic Fracture of the Femur after Posterior-Stabilized Total Knee Arthroplasty. *Case Rep Orthop.* 2018 Apr 3; 2018: 1805145. doi: [10.1155/2018/1805145](https://doi.org/10.1155/2018/1805145). PMID: 29850328; PMCID: PMC5903306.
  25. Kim KI, Egol KA, Hozack WJ, Parvizi J. Periprosthetic fractures after total knee arthroplasties. *Clin Orthop Relat Res.* 2006 May; 446: 167-75. doi: [10.1097/01.blo.0000214417.29335.19](https://doi.org/10.1097/01.blo.0000214417.29335.19). PMID: 16568003.
  26. Malik M, Halwai MA. Open reduction and internal fixation of patellar fractures with tension band wiring through cannulated screws. *J Knee Surg.* 2014 Oct; 27(5): 377-82. doi: [10.1055/s-0033-1364100](https://doi.org/10.1055/s-0033-1364100). Epub 2014 Jan 10. PMID: 24414389.
  27. Eastell R, Rosen CJ, Black DM, Cheung AM, Murad MH, Shoback D. Pharmacological Management of Osteoporosis in Postmenopausal Women: An Endocrine Society\* Clinical Practice Guideline. *J Clin Endocrinol Metab.* 2019 May 1; 104(5): 1595-1622. doi: [10.1210/jc.2019-00221](https://doi.org/10.1210/jc.2019-00221). PMID: 30907953.
  28. Buckley L, Guyatt G, Fink HA, Cannon M, Grossman J, Hansen KE, Humphrey MB, Lane NE, Magrey M, Miller M, Morrison L, Rao M, Robinson AB, Saha S, Wolver S, Bannuru RR, Vaysbrot E, Osani M, Turgunbaev M, Miller AS, McAlindon T. 2017 American College of Rheumatology Guideline for the Prevention and Treatment of Glucocorticoid-Induced Osteoporosis. *Arthritis Rheumatol.* 2017 Aug; 69(8): 1521-1537. doi: [10.1002/art.40137](https://doi.org/10.1002/art.40137). Epub 2017 Jun 6. Erratum in: *Arthritis Rheumatol.* 2017 Nov; 69(11): 2246. doi: [10.1002/art.40340](https://doi.org/10.1002/art.40340). PMID: 28585373.
  29. Vasso M, Beaufils P, Schiavone Panni A. Constraint choice in revision knee arthroplasty. *Int Orthop.* 2013 [10.1016/j.jor.2020.12.024](https://doi.org/10.1016/j.jor.2020.12.024). PMID: 33613007; PMCID: PMC7876523.
  9. Redondo-Trasobares B, Torres-Campos A, Calvo-Tapias JR, Gran-Ubeira N, Blanco-Rubio N, Albareda-Albareda J. Risk factors of periprosthetic femoral fracture after total knee arthroplasty. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol (Engl Ed).* 2020 Jul-Aug; 64(4): 258-264. English, Spanish. doi: [10.1016/j.recot.2020.03.001](https://doi.org/10.1016/j.recot.2020.03.001). Epub 2020 May 4. PMID: 32381394.
  10. Forlenza EM, Serino J 3rd, Acuña AJ, Terhune EB, Behery OA, Della Valle CJ. Bisphosphonate Use in Patients Who Have Osteoporosis Does Not Increase the Risk of Periprosthetic Fracture Following Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2025 Jun; 40(6): 1390-1396. doi: [10.1016/j.arth.2024.11.004](https://doi.org/10.1016/j.arth.2024.11.004). Epub 2024 Nov 9. PMID: 39528168.
  11. Burke JF, Quinlan ND, Werner BC, Barnes CL, Browne JA. Osteoporosis is Associated With an Increased Risk for Intraoperative Periprosthetic Fracture in Total Hip Arthroplasty but not in Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2023 Jan; 38(1): 24-29. doi: [10.1016/j.arth.2022.08.016](https://doi.org/10.1016/j.arth.2022.08.016). Epub 2022 Aug 13. PMID: 35973574..
  12. Park YB, Kim M, Nam HC, Jeon JW, Ha CW. Total knee arthroplasty and periprosthetic distal femoral fracture: looking beyond the osteoporosis to previous osteoporotic fracture. *Osteoporos Int.* 2024 Aug; 35(8): 1469-1475. doi: [10.1007/s00198-024-07138-w](https://doi.org/10.1007/s00198-024-07138-w). Epub 2024 May 27. PMID: 38801524.
  13. Meyer JA, Zhu M, Cavadino A, Coleman B, Munro JT, Young SW. Infection and periprosthetic fracture are the leading causes of failure after aseptic revision total knee arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2021 Aug; 141(8): 1373-1383. doi: [10.1007/s00402-020-03698-8](https://doi.org/10.1007/s00402-020-03698-8). Epub 2021 Jan 30. PMID: 33515323.
  14. Harris AB, Lantieri MA, Agarwal AR, Golladay GJ, Thakkar SC. Osteoporosis and Total Knee Arthroplasty: Higher 5-Year Implant-Related Complications. *J Arthroplasty.* 2024 Apr; 39(4): 948-953.e1. doi: [10.1016/j.arth.2023.10.045](https://doi.org/10.1016/j.arth.2023.10.045). Epub 2023 Oct 30. PMID: 37914037.
  15. Rodriguez-Merchan EC. Re-revision Total Knee Arthroplasty: Causes, Risk Factors and Results. *Arch Bone Jt Surg.* 2024; 12(5): 328-332. doi: [10.22038/ABJS.2024.75456.3490](https://doi.org/10.22038/ABJS.2024.75456.3490). PMID: 38817414; PMCID: PMC11134262.
  16. Stamiris D, Gkekas NK, Asteriadis K, Stamiris S, Anagnostis P, Poultsides L, Sarris I, Potoupnis M, Kenanidis E, Tsiridis E. Anterior femoral notching  $\geq 3$  mm is associated with increased risk for supracondylar periprosthetic femoral fracture after total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2022 Apr; 32(3): 383-393. doi: [10.1007/s00590-021-02989-z](https://doi.org/10.1007/s00590-021-02989-z). Epub 2021 Apr 26. PMID: 33900452.
  17. Mohammad HR, Judge A, Murray DW. A Comparison of the Periprosthetic Fracture Rate of Cemented and Cementless Total Knee Arthroplasties: An Analysis of Data From the National Joint Registry. *J Arthroplasty.* 2024 Jun; 39(6): 1505-1511. doi: [10.1016/j.arth.2023.11.039](https://doi.org/10.1016/j.arth.2023.11.039). Epub 2023 Dec 4. PMID: 38056722.
  18. Verma N, Jain A, Pal C, Thomas S, Agarwal S, Garg P. Management of periprosthetic fracture following total knee arthroplasty- a retrospective study to decide when to fix or when to revise? *J Clin Orthop Trauma.* 2020

31. Singh JA, Lewallen DG. Association of peptic ulcer disease and pulmonary disease with risk of periprosthetic fracture after primary total knee arthroplasty. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2011 Oct; 63(10): 1471-6. doi: [10.1002/acr.20548](https://doi.org/10.1002/acr.20548). PMID: 21748860; PMCID: PMC3183369.
30. King SW, Lamb JN, Cage ES, Pandit H. Periprosthetic femoral fractures following total hip and total knee arthroplasty. *Maturitas*. 2018 Nov; 117: 1-5. doi: [10.1016/j.maturitas.2018.08.010](https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2018.08.010). Epub 2018 Aug 27. PMID: 30314554.

## مقایسه‌ی آرتروپلاستی معمولی هیپ‌هریس با روش دوحرکتی در دو مرکز آموزشی

### چکیده

**مقدمه:** ایمپلنت‌های دوحرکتی (DM) به‌طور فزاینده‌ای در آرتروپلاستی کامل مفصل ران (THA) برای کاهش خطر بی‌ثباتی پس از عمل مورد استفاده قرار گرفته‌اند. با این حال، شواهد مقایسه‌ی DM و آرتروپلاستی معمولی در جوامع خاورمیانه همچنان محدود است.

**مواد و روش‌ها:** در یک مطالعه‌ی مورد-شاهدی گذشته‌نگر بیمارانی که در دوره‌ای یک‌ساله در دو مرکز آموزشی عمل THA یک‌طرفه‌ی اولیه داشتند بررسی شدند. گروه مورد ایمپلنت دریافت کردند، درحالی‌که گروه کنترل تحت THA معمولی قرار گرفتند. همه‌ی بیماران به‌مدت یک سال پیگیری شدند. پیامدها شامل درد (مقیاس رتبه‌بندی عددی)، عملکرد مفصل ران (امتیاز هیپ‌هریس HHS) و کیفیت زندگی (EQ-5D) بود. عوارض پس از عمل نیز ثبت شد.

**نتایج و بحث:** از ۸۶ بیمار، ۴۲ نفر DM و ۴۴ نفر پروتز معمولی داشتند. دو گروه در پیگیری یک‌ساله بهبود قابل توجهی در درد، عملکرد و کیفیت زندگی تجربه کردند. گروه DM در مقایسه با گروه معمولی، بهبود بیشتری در نمرات EQ-5D و HHS بالاتر پس از عمل نشان داد. دررفتگی یک مورد (۴/۶ درصد) در گروه معمولی از نظر آماری تفاوت معنی‌دار نبود. سایر عوارض بعد از عمل، از جمله عفونت و DVT، بین گروه‌ها مشابه بودند.

**نتیجه‌گیری:** جراحی تعویض مفصل ران با DM با بهبود عملکرد بعد از عمل و پیامدهای کیفیت زندگی مطلوب‌تر، بدون افزایش قابل توجه عوارض، همراه بود. این یافته‌ها از کاربرد گسترده‌تر ایمپلنت‌های DM در THA اولیه پشتیبانی می‌کند، اگرچه مطالعات آینده‌نگر بیشتری برای ارزیابی پیامدهای بلندمدت و مقرون‌به‌صرفه بودن مورد نیاز است.

**واژگان کلیدی:** آرتروپلاستی کامل مفصل ران، پروتز مفصل ران، نتیجه‌ی درمان

پذیرش مقاله: ۴۲ روز قبل از چاپ

دکتر مهدی هادیان،<sup>۱</sup> دکتر مهدی مطیفی‌فرد،<sup>۲</sup> دکتر علیرضا اسعدی،<sup>۱</sup> دکتر محمد پرهام‌فر،<sup>۲</sup> دکتر مریم کریمی

### مقدمه

تعویض کامل مفصل ران (THA) به‌طور گسترده به‌عنوان یک مداخله بسیار مؤثر و از نظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه برای مدیریت اختلالات پیشرفته‌ی مفصل ران شناخته می‌شود و به‌طور قابل‌توجهی موجب بهبود درد و تحرک می‌گردد.<sup>(۱)</sup> با وجود این موفقیت، ناپایداری پس از جراحی همچنان یک عارضه‌ی مهم محسوب می‌شود، به‌ویژه در افراد جوان‌تر یا افرادی که در معرض خطر بالاتر قرار دارند؛ به‌طوری‌که میزان دررفتگی گزارش‌شده بین ۱ درصد تا ۶ درصد متغیر است.<sup>(۱)</sup> دررفتگی یکی از عوامل اصلی نارسایی زود هنگام THA است و اغلب نیاز به جراحی ترمیمی دارد.<sup>(۲)</sup> برای رفع این مشکل، رویکردهای جراحی و طراحی‌های مختلفی برای ایمپلنت‌ها توسعه یافته است.<sup>(۳)</sup> یکی از این نوآوری‌ها پروتز دوحرکتی (DM) است که نخستین‌بار در سال ۱۹۷۴ معرفی شد و با افزایش فاصله‌ی جهشی و کاهش گیرکردگی، پایداری مفصل را افزایش می‌دهد.<sup>(۴)</sup> این طراحی به‌عنوان یک استراتژی کلیدی برای پیشگیری و مدیریت ناپایداری مفصل ران پس از آرتروپلاستی مطرح شده است.<sup>(۵، ۶)</sup>

مطالعات متعدد، چه در جراحی اولیه و چه در جراحی ترمیمی، مزیت پایداری پروتزهای دوحرکتی را تأیید کرده‌اند.<sup>(۷)</sup> جونز و همکاران گزارش کردند که در میان ۱۵۱ بیمار پرخطر مطالعه‌ی آنان، تنها یک مورد دچار دررفتگی درون‌پروتزی شد.<sup>(۷)</sup> دارریت و همکاران نشان دادند که THA با استفاده از پروتزهای DM با نرخ بسیار پایین ناپایداری و دوام بلندمدت چشمگیر همراه است، به‌طوری‌که بقای پروتز طی پیگیری ۸ تا ۱۶ ساله بیش از ۹۸ درصد گزارش شد.<sup>(۸)</sup> مطابق این یافته‌ها، یک تحلیل اخیر نشان داد که نرخ بقای ایمپلنت در دوره‌ی ۱۰ تا ۱۵ سال پس از جراحی بین ۹۶ درصد تا ۹۸ درصد است و دررفتگی یا دررفتگی درون‌پروتزی تنها در درصد ناچیزی از بیماران رخ داده است.<sup>(۹)</sup> شایان توجه آنکه، نتایج در بیماران زیر ۵۰ سال نیز مشابه بیماران مسن‌تر بود و هیچ عارضه‌ی وابسته به سن یا افزایش خطر نارسایی مشاهده نشد؛ این موضوع نشان می‌دهد که سن کمتر از ۵۰ سال تأثیری منفی در عملکرد پروتزهای دوحرکتی ندارد.<sup>(۱۰)</sup>

۱. گروه جراحی ارتوپدی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران  
۲. دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

نویسنده‌ی مسئول:

دکتر مریم کریمی

Email:  
maryam.karimie@gmail.com

## مواد و روش‌ها

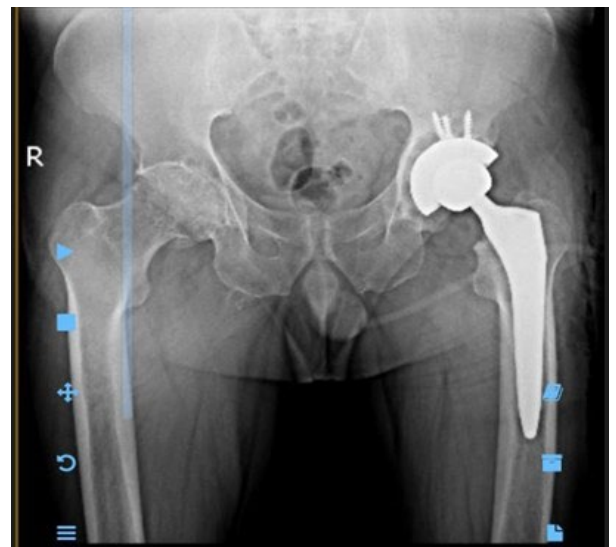
ما یک مطالعه‌ی مقایسه‌ای گذشته‌نگر (با طرح مورد - شاهد) روی بیماران تحت عمل آرتروپلاستی کامل اولیه‌ی لگن انجام دادیم. گروه مورد شامل بیمارانی بود که بین سال‌های ۲۰۲۱ و ۲۰۲۲ در دو مرکز پزشکی بزرگ در اصفهان، ایران، تحت عمل THA با کاپ دوحركتی قرار گرفتند. گروه شاهد در بازه‌ی زمانی مشابه تحت THA معمولی قرار گرفتند. تأیید اخلاقی برای جمع‌آوری اولیه‌ی داده‌ها به‌صورت محلی اخذ شد؛ تحلیل مقایسه‌ای از داده‌های منتشرشده‌ی بی‌هویت‌شده برای گروه شاهد استفاده کرد. تمام بیماران تحت بیهوشی عمومی و با رویکرد لترال مستقیم در وضعیت خوابیده به پهلو جراحی شدند. ایمپلنت به‌کاررفته در تمامی موارد، کاپ دوحركتی نسل اول (SYMBOL، ساخت شرکت DEDIENNE SANTÉ، نیم، فرانسه) بود. اطلاعات بالینی از پرونده‌های پزشکی و سوابق پیگیری استخراج شد. داده‌های پایه شامل سن، جنس، شاخص توده‌ی بدنی (BMI) و مدت‌زمان بیماری بود. ما نشانه‌ی اصلی مراجعه (درد یا لنگش) (Pain or limping) و این‌که آیا نیاز به تزریق خون حین جراحی (Intraoperative blood transfusion) وجود داشته است یا نه را ثبت کردیم. عوارض پس از جراحی (عفونت، دررفتگی پروتز یا (Prosthesis dislocation)، DVT، محدودیت حرکتی) طی یک سال ثبت شدند.



شکل ۲: آرتروپلاستی دوحركتی در مردی ۶۱ ساله با بیماری دژنراتیو شدید مفصل ران ناشی از نكروز آواسکولار

شاخص‌های پیامد شامل درد، عملکرد مفصل لگن و کیفیت زندگی بودند. درد در روز نخست پس از عمل، و همچنین در ۶ و ۱۲ ماه، با استفاده از مقیاس عددی درد (=۰ بدون درد و =۱۰ بیشترین درد) اندازه‌گیری شد. عملکرد مفصل لگن نیز با استفاده از نمره‌ی هیپ‌هریس (HHS) پیش از عمل و یک سال پس از عمل گزارش شد؛ این مقیاس بین ۰ تا ۱۰۰

علاوه‌براین، متآنالیزهای اخیر که سیستم‌های DM را با THA معمولی در زمینه‌ی شکستگی‌های گردن فمور مقایسه کرده‌اند، کاهش معناداری در نرخ دررفتگی و جراحی مجدد با استفاده از طراحی‌های DM گزارش کرده‌اند.<sup>(۱۱)</sup> به‌طور خلاصه، شواهد موجود نشان می‌دهد که پروتزهای دوحركتی راهکاری مؤثر برای افزایش پایداری مفصل ران بدون کاهش بقای ایمپلنت هستند.



شکل ۱: آرتروپلاستی کامل مفصل ران در زنی ۴۹ ساله با بیماری دژنراتیو شدید مفصل ران ناشی از نكروز آواسکولار

استفاده از پروتز دوحركتی (DM) عمدتاً در بیمارانی به کار رفته و مطالعه شده است که دارای عوامل پرخطر برای دررفتگی هستند (مانند سن بالا، پاتولوژی اسپاین - پلوئیس، اختلالات عصبی و موارد جراحی ترمیمی) و به‌کارگیری آن به‌عنوان درمان اولیه در THA در جمعیت عمومی همچنان مورد بحث است.<sup>(۱۴-۱۶)</sup> همچنین، هرچند کمتر از روش‌های معمول، چندین عارضه در مورد DM گزارش شده است؛ از جمله ساییش پلی‌اتیلن، کاهش خفیف دامنه‌ی حرکتی، هزینه‌ی اولیه‌ی بالاتر و پیچیدگی بیشتر جراحی‌های ترمیمی.<sup>(۱۷، ۱۸)</sup> افزون بر این، پروتزهای دوحركتی به‌طور جهانی مورد استفاده قرار نمی‌گیرند. داده‌های مربوط به استفاده از آن‌ها در جمعیت‌های غیرغربی محدود است و مقرون‌به‌صرفه بودن THA با پروتز DM قابل بحث است. تا جایی که ما اطلاع داریم، مطالعات کمی در مورد نتایج THA با پروتز دوحركتی در بیماران خاورمیانه‌ای منتشر شده است.<sup>(۱۹)</sup> ویژگی‌های جمعیتی بیماران، سطح فعالیت و منابع سیستم سلامت در ایران ممکن است با گروه‌های غربی متفاوت باشد؛ بنابراین ارزیابی نتایج واقعی THA DM در شرایط بومی اهمیت دارد.<sup>(۸)</sup> پژوهش حاضر با هدف پر کردن این خلأ انجام شد. این نتایج کمک خواهد کرد تا مشخص شود آیا یافته‌های مطلوب گزارش‌شده در سایر کشورها در جامعه‌ی ایرانی نیز صدق می‌کند یا خیر.

۵۲/۸) و توزیع جنسیتی ( $P=0/666$ ) ۴۵/۵ درصد مرد در مقابل ۵۲/۴ درصد) قابل‌مقایسه بودند. درد به‌عنوان علامت اولیه بیشتر در گروه معمولی گزارش شد ( $P=0/015$ )، ۷۸/۶ درصد در مقابل ۹۷/۷ درصد). نرخ‌های انتقال خون مشابه بود ( $P=0/485$ )، ۷/۱ درصد در مقابل ۱۳/۶ درصد). هیچ عفونت پس از عمل (Postoperative infection) رخ نداد ( $P=1/000$ ) و دررفتگی پروتز فقط در یک مورد از گروه معمولی مشاهده شد ( $P=1/000$ ). یک مورد DVT در گروه DM رخ داد ( $P=0/488$ ).

جدول ۲ مقایسه‌ی شدت درد و نمرات هیپ‌هریس (HHS) بین دو گروه را نشان می‌دهد. نمرات درد در هر دو گروه با گذشت زمان کاهش یافت و گروه DM در هر نقطه‌ی زمانی (timepoint) به‌طور مداوم نمرات پایین‌تری نشان داد. بلافاصله پس از عمل، میانگین نمره‌ی درد در گروه DM برابر با  $1/19 \pm 5/57$  و در گروه معمولی  $1/3 \pm 5/9$  بود ( $P=0/084$ ). در شش ماه، نمرات به ترتیب به  $0/91 \pm 1/43$  و  $1/0 \pm 2/1$  کاهش یافتند ( $P=0/095$ ) و در یک سال به  $0/62 \pm 0/38$  در مقابل  $0/9 \pm 1/2$  رسید ( $P=0/108$ ). اگرچه هیچ‌یک از این تفاوت‌ها از نظر آماری معنادار نبود، روند مداوم به نفع گروه DM مشاهده شد. مقادیر پیش از عمل HHS بین گروه‌ها مشابه بود ( $P=0/873$ )،  $14/9 \pm 6/8$  در مقابل  $15/31 \pm 4/06$ . یک سال پس از عمل، گروه DM میانگین HHS بالاتری ( $92/98 \pm 5/3$ ) در مقایسه با گروه معمولی ( $89/8 \pm 5/3$ ) کسب کرد که نشان‌دهنده‌ی نتایج عملکردی کمی بهتر است.

متغیر	نقطه‌ی زمانی	THA دوحرکتی	THA معمولی	P-value
نمره‌ی درد	بلافاصله پس از جراحی	$5/57 \pm 1/19$	$5/9 \pm 1/3$	۰/۰۸۴
	شش ماه پس از جراحی	$1/43 \pm 0/91$	$2/1 \pm 1/0$	۰/۰۹۵
	یک سال پس از جراحی	$0/38 \pm 0/62$	$1/2 \pm 0/9$	۰/۱۰۸
HHS	قبل از جراحی	$67/67 \pm 15/31$	$68/2 \pm 14/9$	۰/۸۷۳
	پس از جراحی	$92/98 \pm 5/3$	$89/8 \pm 5/3$	۰/۰۶۲

جدول ۳ و ۴ توزیع نمرات ابعاد EQ-5D قبل و بعد از جراحی در هر دو گروه را نشان می‌دهد. پیش از جراحی، بیشتر بیماران در هر دو گروه DM و THA معمولی محدودیت‌های متوسط تا شدید را در پنج بعد گزارش کردند. پس از جراحی، بهبود چشمگیری مشاهده شد، به‌ویژه در گروه DM.

در گروه DM، نمره‌ی کل EQ-5D از  $1/69 \pm 8/3$  قبل از جراحی به  $1/94 \pm 4/11$  پس از جراحی بهبود یافت و میانگین نمره‌ی هر بعد از  $0/38 \pm 1/18$  به  $0/18 \pm 0/82$  تغییر کرد. نمرات میانه (IQR) از  $0/1$  -  $0/60$  به  $0/8$  -  $1/0$  (۰/۷۵) منتقل شد. در گروه THA معمولی، نمره‌ی کل از  $2/1 \pm 9/5$  به  $2/9 \pm 5/9$  بهبود یافت و میانگین نمره‌ی هر بعد از  $0/22 \pm 1/7$  به  $0/5 \pm 0/39$  ارتقا یافت. نمرات میانه (IQR) از  $1/9$  -  $2/2$  (۱/۶) قبل از جراحی به  $0/5$  -  $1/0$  (۰/۰) پس از جراحی تغییر کردند. این یافته‌ها نشان‌دهنده‌ی بهبود بیشتر ابعاد EQ-5D در گروه DM

امتیاز دارد و یک ابزار معتبر بالینی برای سنجش درد و عملکرد است.<sup>(۲۰)</sup> کیفیت زندگی مرتبط با سلامت نیز با استفاده از EuroQol-5D ارزیابی شد.

متغیر	THA دوحرکتی (n=۴۲)	THA معمولی (n=۴۴)	P-value
متوسط $\pm$ SD/n (%)	$63/08 \pm 2/8$	$64/1 \pm 2/8$	۰/۰۷۲
مرد/ن (%)	$22 (52/4)$	$20 (45/5)$	۰/۶۶۶
BMI (متوسط $\pm$ Std)	$25/81 \pm 3/74$	$27/1 \pm 2/5$	۰/۰۶۱
علائم اولیه	درد	$33 (78/6)$	$43 (97/7)$
	لنگش	$9 (21/4)$	$1 (2/3)$
تزریق خون حین جراحی	$3 (7/1)$	$6 (13/6)$	۰/۴۸۵
عفونت پس از عمل	۰ (۰)	۰ (۰)	۱/۰۰۰
دوررفتگی پروتز	۰ (۰)	$1 (2/3)$	۱/۰۰۰
ترومبوز وریدی عمقی	$1 (2/3)$	۰ (۰)	۰/۴۸۸

ما یک تحلیل گذشته‌نگر روی تمام بیماران که تحت THA یک‌طرفه با اینسرت استابولار دوحرکتی در مراکز پزشکی بزرگ اصفهان قرار گرفته بودند، انجام دادیم. معیارهای ورود شامل بزرگسالانی با بیماری لگن به‌اندازه‌ای شدید بود که نیاز به THA را نشان دهد؛ دلایل ASI برای آرتروپلاستی اولیه‌ی لگن (مانند آرتروز، نکروز آواسکولار) با اندیکاسیون‌های معمول آرتروپلاستی لگن سازگار بودند.

## تحلیل آماری

پس از گردآوری داده‌ها، تمامی تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار IBM SPSS Statistics نسخه‌ی ۲۵ (شرکت IBM، آرمانک، نیویورک، امریکا) انجام شد. آمارهای توصیفی برای متغیرهای پیوسته به‌صورت میانگین، انحراف معیار و میانه، بر حسب نیاز گزارش شدند. برای مقایسه‌ی گروه‌ها در داده‌های کمی با توزیع نرمال، از آزمون t مستقل استفاده شد. متغیرهای طبقه‌ای که به‌صورت فراوانی و درصد بیان شده بودند، با آزمون کای‌دو مقایسه شدند. برای ارزیابی تفاوت‌های بین گروه دوحرکتی و گروه THA معمولی، آزمون‌های آماری مختلفی بر اساس توزیع داده‌ها به‌کار رفت. این آزمون‌ها شامل t مستقل برای متغیرهای پیوسته، آزمون ویلکاکسون برای داده‌های زوجی، و آزمون من-ویتنی U برای پیامدهای با توزیع غیرنرمال مانند نرخ دوررفتگی و نمرات اصلاح‌شده‌ی هیپ‌هریس (HHS) بودند. مقدار p دوطرفه‌ی کمتر از ۰/۰۵ در تمامی مقایسه‌ها نشانگر معنی‌داری آماری در نظر گرفته شد.

## نتایج

در مجموع، ۸۶ بیمار مورد تحلیل قرار گرفتند که شامل ۴۲ بیمار تحت THA با پروتز دوحرکتی (DM) و ۴۴ بیمار تحت THA معمولی بودند. گروه‌ها از نظر سن ( $P=0/072$ )،  $2/8 \pm 64/1$  در مقابل  $2/8 \pm 63/1$ ) شاخص توده‌ی بدنی (BMI) ( $P=0/061$ )،  $2/5 \pm 27/1$  در مقابل  $3/7 \pm$

نسبت به گروه معمولی است، هرچند هر دو گروه پس از جراحی افزایش چشمگیری در کیفیت زندگی مرتبط با سلامت تجربه کردند.

جدول ۳: توزیع ابعاد EQ-5D قبل و بعد از جراحی

جدول ۳: توزیع ابعاد EQ-5D قبل و بعد از جراحی										
بعد					قبل					
افسردگی	درد	فعالیت‌های معمول	خودمراقبتی	تحرك	افسردگی	درد	فعالیت‌های معمول	خودمراقبتی	تحرك	زمان EQ
۳۲(۷۶/۲)	۲۹(۶۹)	۳۴(۸۱)	۴۲(۱۰۰)	(۸۵/۷) ۳۶	۵(۱۱/۹)	۰(۰)	۱(۲/۴)	۱۹(۴۵/۲)	۲(۴/۸)	DM
۱۰(۲۳/۸)	۱۳(۳۱)	۸(۱۹)	۰(۰)	(۱۴/۳) ۶	۳۰(۷۱/۴)	۲۰(۴۷/۶)	۲۳(۵۴/۸)	۱۰(۲۳/۸)	(۸۱/۰) ۳۴	
۰(۰)	۰(۰)	۰(۰)	۰(۰)	۰(۰)	۷(۱۶/۷)	۲۲(۵۲/۴)	۱۸(۴۲/۹)	۱۳(۳۱/۰)	(۱۴/۳) ۶	
<b>نمره‌ی کل</b>										
متوسط $\pm$ SD = $1/94 \pm 4/11$ میانه، IQR = $(3/75, 5)$					متوسط $\pm$ SD = $1/69 \pm 8/3$ میانه، IQR = $(-2/0, -0/50)$					
<b>نمره‌ی متوسط</b>										
متوسط $\pm$ SD = $0/18 \pm -0/82$ میانه، IQR = $(0/75, 1/00)$					متوسط $\pm$ SD = $0/38 \pm -1/18$ میانه، IQR = $(-1/60, 0)$					
۳۲(۷۶/۲)	۲۹(۶۹)	۳۴(۸۱)	۴۲(۱۰۰)	(۸۵/۷) ۳۶	۵(۱۱/۹)	۰(۰)	۱(۲/۴)	۱۹(۴۵/۲)	۲(۴/۸)	
۱۰(۲۳/۸)	۱۳(۳۱)	۸(۱۹)	۰(۰)	(۱۴/۳) ۶	۳(۷۱/۴)	۲(۴۷/۶)	۲۳(۵۴/۸)	۱۰(۲۳/۸)	۳۴(۸۱/۰)	
۰(۰)	۰(۰)	۰(۰)	۰(۰)	۰(۰)	۷(۱۶/۷)	۲۲(۵۲/۴)	۱۸(۴۲/۹)	۱۳(۳۱/۰)	۶(۱۴/۳)	
<b>روش‌های معمول</b>										
۱۹(۳۸/۶)	۱۸(۴۰/۹)	۳(۶۸/۲) ۰	۲۲(۵۰)	۲(۴/۵)	۰(۰)	۱(۲/۳)	۳(۶/۸)	۲(۴/۵)	۲(۴/۵)	
۱۹(۴۳/۲)	۲۰(۴۵/۵)	۱(۳۴/۱) ۵	۱۲(۲۷/۳)	(۴۰/۹) ۱۸	۱۹(۴۳/۲)	۲۰(۴۵/۵)	۲۵(۵۶/۸)	۱۱(۲۵)	۳۵(۷۹/۵)	
۸(۱۸/۲)	۶(۱۳/۶)	۴(۹/۱)	۲(۴/۵)	۴(۹/۱)	۲۳(۵۳/۲)	۲۴(۵۴/۵)	۱۸(۴۰/۹)	۳۰(۶۸/۲)	۷(۱۵/۹)	
<b>نمره‌ی کل</b>										
متوسط $\pm$ SD = $2/9 \pm -5/9$ میانه، IQR = $(0, 2/5)$					متوسط $\pm$ SD = $2/1 \pm -9/5$ میانه، IQR = $(0, 8/5)$					
<b>نمره‌ی متوسط</b>										
متوسط $\pm$ SD = $0/5 \pm -0/39$ میانه، IQR = $(0/0, 0/5)$					متوسط $\pm$ SD = $0/22 \pm -1/7$ میانه، IQR = $(0/18, 1/6)$					

## بحث

این مطالعه‌ی گذشته‌نگر مقایسه‌ای نشان داد که هر دو روش آرتروپلاستی دوحرکتی (DM) و آرتروپلاستی کامل مفصل ران معمولی (THA) به‌طور چشمگیری نتایج پس از جراحی بیماران را از نظر درد، عملکرد و کیفیت زندگی مرتبط با سلامت بهبود می‌بخشند. اگرچه هر دو گروه از جراحی سود بردند، گروه DM بهبودهای مطلوب‌تری در ابعاد EQ-5D و کاهش بیشتری در میانگین نمرات درد و ناتوانی نشان داد. شایان توجه است که نرخ دررفتگی به‌طور کلی پایین بود و تفاوت بین گروه‌ها از نظر آماری معنادار نبود.

یافته‌های ما با مطالعات پیشین همسو است که نشان می‌دهد پروتزهای DM ثبات مفصل بهتری فراهم می‌کنند و با کاهش خطر دررفتگی همراه هستند. درحالی‌که THA معمولی همچنان مداخله‌ای بسیار مؤثر است، دررفتگی عارضه‌ای شناخته‌شده باقی می‌ماند و نرخ سالانه‌ی آن بین ۰/۲ درصد تا ۱۰ درصد است.<sup>(۳۱)</sup> ساختار DM با سازوکار دوحرکتی خود برای حل این مشکل طراحی شده است و ثبات پروتز را افزایش می‌دهد.<sup>(۱)</sup> پروتزهای DM معمولاً در جمعیت‌هایی با ریسک بالای ناپایداری پس از عمل نشان‌گذاری می‌شوند، از جمله افراد مسن، کسانی که دارای اختلالات عصبی - عضلانی هستند، سابقه‌ی جراحی مفصل ران، آرتروپلاستی ترمیمی، شکستگی‌های گردن فمور یا برداشت تومور.<sup>(۱۹)</sup> درحالی‌که تحقیقات پیشین عمدتاً روی بیماران مسن تمرکز داشته است،<sup>(۱۳، ۱۹)</sup> اغلب بالای ۷۰ سال، مطالعه‌ی ما به‌طور هدفمند معیارهای ورود را گسترش داد تا بیماران در طیف سنی وسیع‌تری را در بر گیرد. این رویکرد با هدف ارائه‌ی ارزیابی جامع‌تر از نتایج DM و THA معمولی در جمعیتی متنوع‌تر انجام شد. نتایج مثبت مشاهده‌شده در مطالعه‌ی ما با پژوهش‌های پیشین همسو است که بر ثبات بیومکانیکی بهبود یافته و قابلیت اطمینان بلندمدت پروتزهای DM تأکید دارند.<sup>(۱۰، ۱۹، ۲۲-۲۴)</sup> بااین‌حال، یافته‌های ما همچنین نشان داد که نرخ عوارض پس از عمل - مانند عفونت‌ها و رویدادهای ترومبومبولیک - در گروه‌های DM و THA معمولی مشابه بود. پرهامفر (Parhamfar) و همکاران نیز تفاوت معناداری بین THA دوحرکتی و معمولی از نظر نمرات عملکردی (نمره‌ی هیپ‌هریس و SF-36) عفونت پس از عمل در بیماران با شکستگی گردن فمور گزارش نکردند. بااین‌حال، برخلاف یافته‌های ما، مطالعه‌ی آن‌ها نرخ چشمگیری بالاتر از دررفتگی را در گروه معمولی شناسایی کرد.<sup>(۲۵)</sup> در مطالعه‌ی ما، هرچند دررفتگی فقط در گروه معمولی مشاهده شد، تفاوت از نظر آماری معنادار نبود. در یک مطالعه‌ی مروری نظام‌مند و متاآنالیز اخیر، که شامل سه کارآزمایی کنترل‌شده‌ی تصادفی و ده مطالعه‌ی کوهورت با مجموع نمونه‌ی ۲۱۵۸۵ بیمار بود، نشان داده شد که پروتزهای DM با کاهش نرخ دررفتگی و نیاز به جراحی ترمیمی همراه هستند. بااین‌حال، این تحلیل همچنین نتایج عملکردی ضعیف‌تری را در شش تا نه ماه پس از عمل گزارش کرد که با یافته‌های ما متفاوت است.<sup>(۱۱)</sup>

به‌طور مشابه، در یک مطالعه‌ی گذشته‌نگر کوهورت، که در یک مرکز درمانی سطح سوم بین ژانویه ۲۰۱۵ و مه ۲۰۲۰ انجام شد، داده‌های ۱۲۹ بیمار نشان داده شد که در گروه DM هیچ موردی از دررفتگی رخ نداده بود، درحالی‌که گروه THA معمولی چهار مورد دررفتگی (۴/۶ درصد) داشت.<sup>(۲۶)</sup> از نظر عملکرد پس از عمل، هر دو گروه نتایج مشابهی نشان دادند و هیچ تفاوت آماری معناداری در شاخص‌های گزارش‌شده توسط بیمار از جمله نمره‌ی هیپ آکسفورد (Oxford Hip) و SF-36 در پیگیری‌های شش ماهه و یک ساله مشاهده نشد.<sup>(۲۶)</sup>

یکی از نقاط قوت مهم مطالعه‌ی ما تمرکز بر جمعیت بیماران ایرانی است، که در ادبیات موجود کمتر به آن توجه شده است، به‌ویژه در مقایسه با گروه‌های غربی. در یکی از معدود تحقیقات متمرکز بر جمعیت خاورمیانه، اسی (Assi) و همکاران هیچ موردی از ناپایداری، دررفتگی درون پروتزی یا شکست مکانیکی طی میانگین پیگیری پنج ساله گزارش نکردند. تنها عارضه‌ی مهم پس از عمل یک مورد عفونت بود و نمره‌ی HHS حاصل ۹۷/۱ بود.<sup>(۱۹)</sup> اخیراً، مظفری (Mozafari) و همکاران بهبود قابل‌توجهی در نتایج عملکردی بیماران پرخطر - افرادی با اختلالات عصبی - عضلانی و شکستگی‌های گردن فمور داخل کپسولی - ثبت کردند، به‌طوری‌که میانگین HHS از  $49 \pm 8/5$  قبل از عمل به  $89 \pm 2/4$  در پیگیری چهار ساله رسید.<sup>(۸)</sup> این یافته‌ها به‌طور جمعی نشان می‌دهند که پروتزهای DM در جمعیت‌های عمومی و پرخطر مزایایی قابل‌توجه همراه با نرخ‌های پایین دررفتگی و بهبود عملکرد مطلوب دارند. این نتایج امیدوارکننده در زمینه‌ی ثبات و دوام پروتز به گسترش اندیکاسیون‌ها منجر شده است و DM دیگر به جراحی ترمیمی یا بیماران پرخطر محدود نیست.<sup>(۱۲، ۳۴)</sup> جمعیت خاورمیانه پس از آرتروپلاستی کامل مفصل ران نیازهای عملکردی منحصر به فردی دارد، به‌ویژه به دلیل آداب و رسوم فرهنگی و مذهبی که نیازمند فلکسیون عمیق مفصل ران است. فعالیت‌هایی مانند نشستن به صورت چهارزانو، استفاده از توالت‌های نشسته به سبک اسکات و زانو زدن هنگام نماز بخشی از زندگی روزمره در این منطقه است و فشار بیومکانیکی قابل‌توجهی بر مفصل ران وارد می‌کند.<sup>(۱۹، ۲۷)</sup> همسو با یافته‌های ما، اسی و همکاران گزارش کردند که بیماران نه‌تنها به فعالیت‌های شغلی بازگشتند، بلکه فعالیت‌های فرهنگی و مذهبی مانند نماز و نشستن‌های پایین را نیز از سر گرفتند و رضایت بالای پس از عمل را ابراز کردند.<sup>(۱۹)</sup>

درحالی‌که ساختار DM مزایای واضحی از نظر ثبات و دامنه‌ی حرکت ارائه می‌دهد، مطالعات موجود همچنین به معایب احتمالی مرتبط با استفاده از آن اشاره کرده‌اند.<sup>(۳۳)</sup> این موارد شامل نگرانی‌هایی درباره‌ی سایش لاینر پلی‌اتیلنی است که ممکن است به شل‌شدگی غیرعقونی منجر شود و در موارد نادر باعث دررفتگی درون پروتزی شود.<sup>(۱۷، ۳۳)</sup> بااین‌حال، هیچ‌یک از این عوارض در مطالعه‌ی ما مشاهده نشد. با وجود این، پیگیری طولانی‌مدت برای تعیین ایمنی و دوام بلندمدت پروتزهای DM با اطمینان بیشتر ضروری است. یکی دیگر از معایب احتمالی

با توجه به طراحی گذشته‌نگر مطالعه، حجم نمونه محدود و دوره پیگیری کوتاه‌مدت، امکان اظهار نظر قطعی در مورد دوام بلندمدت ایمپلنت، سایش پلی اتیلن و مقرون به صرفه بودن اقتصادی وجود ندارد. بنابراین، انجام مطالعات آینده‌نگر و تصادفی شده با پیگیری طولانی مدت برای تعیین دقیق تر نقش ایمپلنت‌های دوال موبیلیتی در آرتروپلاستی اولیه مفصل ران ضروری به نظر می‌رسد.

### تقدیر و تشکر

این مطالعه بالینی با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان (IUMS)، اصفهان، ایران انجام شد. بدین وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان بابت حمایت‌های ارزشمند قدردانی می‌شود.

### منابع

- Patil N, Deshmmane P, Deshmukh A, Mow C. Dual Mobility in Total Hip Arthroplasty: Biomechanics, Indications and Complications-Current Concepts. *Indian J Orthop.* 2021 Oct 13; 55(5): 1202-1207. doi: [10.1007/s43465-021-00471-w](https://doi.org/10.1007/s43465-021-00471-w). PMID: 34824721; PMCID: PMC8586128.
- Aguado-Maestro I, de Blas-Sanz I, Sanz-Peñas AE, Campesino-Nieto SV, Díez-Rodríguez J, Valle-López S, Espinel-Riol A, Fernández-Díez D, García-Alonso M. Dual Mobility Cups as the Routine Choice in Total Hip Arthroplasty. *Medicina (Kaunas).* 2022 Apr 9; 58(4): 528. doi: [10.3390/medicina58040528](https://doi.org/10.3390/medicina58040528). PMID: 35454367; PMCID: PMC9029134.
- Charissoux JL, Asloum Y, Marcheix PS. Surgical management of recurrent dislocation after total hip arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2014 Feb; 100(1 Suppl): S25-34. doi: [10.1016/j.otsr.2013.11.008](https://doi.org/10.1016/j.otsr.2013.11.008). Epub 2014 Jan 13. PMID: 24434366.
- Bozic KJ, Kurtz SM, Lau E, Ong K, Vail TP, Berry DJ. The epidemiology of revision total hip arthroplasty in the United States. *J Bone Joint Surg Am.* 2009 Jan; 91(1): 128-33. doi: [10.2106/JBJS.H.00155](https://doi.org/10.2106/JBJS.H.00155). PMID: 19122087.
- McKee GK, Watson-Farrar J. Replacement of arthritic hips by the McKee-Farrar prosthesis. *J Bone Joint Surg Br.* 1966 May; 48(2): 245-59. PMID: 5937593.
- Romagnoli M, Grassi A, Costa GG, Lazaro LE, Lo Presti M, Zaffagnini S. The efficacy of dual-mobility cup in preventing dislocation after total hip arthroplasty: a systematic review and meta-analysis of comparative studies. *Int Orthop.* 2019 May; 43(5): 1071-1082. doi: [10.1007/s00264-018-4062-0](https://doi.org/10.1007/s00264-018-4062-0). Epub 2018 Jul 21. PMID: 30032356.
- Jones CW, De Martino I, D'Apolito R, Nocon AA, Sculco PK, Sculco TP. The use of dual-mobility bearings in patients at high risk of dislocation. *Bone Joint J.* 2019 Jan; 101-B(1 Supple A): 41-45. doi: [10.1302/0301-620X.101B1.BJJ-2018-0506.R1](https://doi.org/10.1302/0301-620X.101B1.BJJ-2018-0506.R1). PMID: 30648492.
- Khaje Mozafari J, Aminian A, Yeganeh A, Abolghasemian M. Dual Mobility Acetabular Cup Utilization in Total Hip Arthroplasty: Mitigating Instability Risks. *Med J Islam Repub Iran* 2025; 39 (1): 407-413. doi: [10.47176/mjiri.39.51](https://doi.org/10.47176/mjiri.39.51)

پروتزهای دوحركتی هزینه‌ی بالاتر آن‌ها در مقایسه با THA معمولی است. هنوز مشخص نیست که آیا مزایای بالینی اضافی که ارائه می‌دهند، از نظر اقتصاد سلامت، هزینه‌ی اضافی را توجیه می‌کند یا به بهبود ارزش کلی سیستم‌های بهداشتی منجر می‌شود.<sup>(۲۵)</sup>

این مطالعه چندین نقطه‌ی قوت دارد. این یکی از معدود مطالعات مقایسه‌ای بین DM و THA معمولی در جمعیت خاورمیانه است. همچنین، گنجاندن داده‌های بالینی واقعی قابلیت تعمیم نتایج را افزایش می‌دهد. با این حال، محدودیت‌هایی نیز باید مورد توجه قرار گیرد. طراحی گذشته‌نگر ممکن است سوگیری انتخاب را ایجاد کند. پیگیری کوتاه‌مدت (یک سال) مانع اظهار نظر درباره‌ی مسائل بلندمدت مانند شل‌شدگی غیرعقونی دیررس یا دررفتگی درون پروتزی می‌شود که نادر اما در طول سال‌ها اهمیت دارند. در نهایت، به‌عنوان مطالعه‌ی گذشته‌نگر، عوامل مداخله‌ای اندازه‌گیری نشده یا سوگیری‌های انتخاب می‌توانند در نتایج تأثیر گذاشته باشند.

هر دو روش DM و THA معمولی به بهبود قابل توجه پس از عمل در درد، عملکرد و کیفیت زندگی منجر شدند. گروه DM نتایج مطلوب‌تری در ابعاد EQ-5D نشان داد و نرخ دررفتگی مشاهده‌شده در آن کمتر بود، اگرچه تفاوت در عوارض از نظر آماری معنادار نبود. این یافته‌ها نشان می‌دهند که پروتزهای DM ممکن است مزایای عملکردی اضافی ارائه کنند، بدون آنکه خطر عوارض را افزایش دهند. با این حال، مطالعات آینده‌نگر بیشتری برای ارزیابی نتایج بلندمدت و صرفه‌جویی اقتصادی در جمعیت‌های وسیع‌تر بیماران ضروری است.

### نتیجه‌گیری

در این مطالعه‌ی مقایسه‌ای گذشته‌نگر بر روی جمعیت بیماران ایرانی، هر دو روش آرتروپلاستی کامل مفصل ران با کاپ دوال موبیلیتی و روش متداول، منجر به بهبود قابل توجه درد، عملکرد مفصل ران و کیفیت زندگی مرتبط با سلامت در پیگیری یک‌ساله شدند. با این حال، بیماران دریافت‌کننده ایمپلنت دوال موبیلیتی بهبود بیشتری در شاخص‌های کیفیت زندگی و نتایج عملکردی اندکی بهتر نشان دادند، بدون آن‌که افزایش معناداری در عوارض زودرس پس از عمل مشاهده شود. اگرچه دررفتگی تنها در گروه آرتروپلاستی متداول مشاهده شد، اما بروز کلی ناپایداری پایین بود و اختلاف بین دو گروه از نظر آماری معنادار نبود. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که کاپ‌های دوال موبیلیتی ممکن است علاوه بر افزایش پایداری، مزایای بالینی بیشتری حتی در جمعیت عمومی بیماران تحت آرتروپلاستی اولیه مفصل ران و نه صرفاً بیماران پرخطر فراهم کنند. از سوی دیگر، این پژوهش با تمرکز بر یک جمعیت خاورمیانه‌ای، خلأ موجود در منابع علمی را تا حدی پوشش داده و قابلیت کاربرد این ایمپلنت‌ها را در جوامعی با نیازهای عملکردی و فرهنگی متفاوت تأیید می‌کند.

- review article. *Int Orthop*. 2017 Mar; 41(3): 625-633. doi: [10.1007/s00264-016-3326-9](https://doi.org/10.1007/s00264-016-3326-9). Epub 2016 Dec 9. PMID: 27942888.
19. Assi C, El-Najjar E, Samaha C, Yammine K. Outcomes of dual mobility cups in a young Middle Eastern population and its influence on life style. *Int Orthop*. 2017 Mar; 41(3): 619-624. doi: [10.1007/s00264-016-3390-1](https://doi.org/10.1007/s00264-016-3390-1). Epub 2017 Jan 10. PMID: 28074257.
  20. Nilsson A, Bremander A. Measures of hip function and symptoms: Harris Hip Score (HHS), Hip Disability and Osteoarthritis Outcome Score (HOOS), Oxford Hip Score (OHS), Lequesne Index of Severity for Osteoarthritis of the Hip (LISOH), and American Academy of Orthopedic Surgeons (AAOS) Hip and Knee Questionnaire. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2011 Nov; 63 Suppl 11: S200-7. doi: [10.1002/acr.20549](https://doi.org/10.1002/acr.20549). PMID: 22588745.
  21. Dargel J, Oppermann J, Brüggemann GP, Eysel P. Dislocation following total hip replacement. *Dtsch Arztebl Int*. 2014 Dec 22; 111(51-52): 884-90. doi: [10.3238/arztebl.2014.0884](https://doi.org/10.3238/arztebl.2014.0884). PMID: 25597367; PMCID: PMC4298240.
  22. Fessy MH, Jacquot L, Rollier JC, Chouteau J, Ait-Selmi T, Bothorel H, Chatelet JC. Midterm Clinical and Radiographic Outcomes of a Contemporary Monoblock Dual-Mobility Cup in Uncemented Total Hip Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2019 Dec; 34(12): 2983-2991. doi: [10.1016/j.arth.2019.07.026](https://doi.org/10.1016/j.arth.2019.07.026). Epub 2019 Jul 26. PMID: 31444020.
  23. Neri T, Philippot R, Klasan A, Putnis S, Leie M, Boyer B, Farizon F. Dual mobility acetabular cups for total hip arthroplasty: advantages and drawbacks. *Expert Rev Med Devices*. 2018 Nov; 15(11): 835-845. doi: [10.1080/17434440.2018.1538781](https://doi.org/10.1080/17434440.2018.1538781). Epub 2018 Oct 24. PMID: 30345834.
  24. Philippot R, Neri T, Boyer B, Viard B, Farizon F. Bousquet dual mobility socket for patient under fifty years old. More than twenty year follow-up of one hundred and thirty one hips. *Int Orthop*. 2017 Mar; 41(3): 589-594. doi: [10.1007/s00264-016-3385-y](https://doi.org/10.1007/s00264-016-3385-y). Epub 2017 Jan 16. PMID: 28091769.
  25. Parhamfar M, Hosseini A, Khashei M, Motifard M, Taravati A, Shirazinejad S, Afsharirad A, Sadeghian A, Chaleshtori AS. Evaluating the Effectiveness of Conventional Prostheses Against Dual-Mobility Prostheses in the Treatment of Femoral Neck Fractures in Two Separate Groups of Patients: A Clinical Trial Study. *Adv Biomed Res*. 2023 Sep 27; 12: 228. doi: [10.4103/abr.abr\\_108\\_23](https://doi.org/10.4103/abr.abr_108_23). PMID: 38073750; PMCID: PMC10699230.
  26. Achudan S, Fang C, Xiang NW, Decruz J, Kunnasegaran R. Comparing Outcomes of Total Hip Arthroplasty for Displaced Neck of Femur Fractures in Elderly Patients Utilizing Dual Mobility Cups and Conventional Implants: A Single Center Retrospective Study of 129 Patients. *Indian J Orthop*. 2022 Nov 27; 57(1): 62-70. doi: [10.1007/s43465-022-00759-5](https://doi.org/10.1007/s43465-022-00759-5). PMID: 36660481; PMCID: PMC9789225.
  27. Assi C, Barakat H, Mansour J, Samaha C, Yammine K. Primary total hip arthroplasty: mid-term outcomes of dual-mobility cups in patients at high risk of dislocation. *Hip Int*. 2021 Mar; 31(2): 174-180. doi: [10.1177/1120700019889031](https://doi.org/10.1177/1120700019889031). Epub 2019 Dec 26. PMID: 31875722.
  9. Caton JH, Prudhon JL, Ferreira A, Aslanian T, Verdier R. A comparative and retrospective study of three hundred and twenty primary Charnley type hip replacements with a minimum follow up of ten years to assess whether a dual mobility cup has a decreased dislocation risk. *Int Orthop*. 2014 Jun; 38(6): 1125-9. doi: [10.1007/s00264-014-2313-2](https://doi.org/10.1007/s00264-014-2313-2). Epub 2014 Apr 16. PMID: 24737147; PMCID: PMC4037498.
  10. Darrith B, Courtney PM, Della Valle CJ. Outcomes of dual mobility components in total hip arthroplasty: a systematic review of the literature. *Bone Joint J*. 2018 Jan; 100-B(1): 11-19. doi: [10.1302/0301-620X.100B1.BJJ-2017-0462.R1](https://doi.org/10.1302/0301-620X.100B1.BJJ-2017-0462.R1). PMID: 29305445.
  11. Santiago MS, Akbarpoor F, Aidar FJ, Neto JMS, de Matos Pereira Silva MVV, Darwish S, Khokar MA, Ahmed Z, Zamora FV, Madruga RETTA, Diaz-de-Durana AL, Merino-Fernandez M, da Costa Lima L, Porto ES, de Souza DT, Cipolotti R. Outcomes of dual mobility versus conventional total hip arthroplasty for patients with femoral neck fractures: a systematic review and meta-analysis including registry data. *J Orthop Surg Res*. 2025 Apr 23; 20(1): 405. doi: [10.1186/s13018-025-05764-6](https://doi.org/10.1186/s13018-025-05764-6). PMID: 40270012; PMCID: PMC12016175.
  12. Batailler C, Fary C, Verdier R, Aslanian T, Caton J, Lustig S. The evolution of outcomes and indications for the dual-mobility cup: a systematic review. *Int Orthop*. 2017 Mar; 41(3): 645-659. doi: [10.1007/s00264-016-3377-y](https://doi.org/10.1007/s00264-016-3377-y). Epub 2016 Dec 21. PMID: 28004142.
  13. Batailler C, Lustig S, Balot E, Farizon F, Fessy MH, Philippot R. Ten to 15-Year Outcomes of Monoblock Uncemented Dual Mobility Cups: Excellent Survival Rate and Outcome in Primary Total Hip Arthroplasty. *JB JS Open Access*. 2025 Feb 21; 10(1): e24.00074. doi: [10.2106/JBJS.OA.24.00074](https://doi.org/10.2106/JBJS.OA.24.00074). PMID: 39991112; PMCID: PMC11841846.
  14. Blakeney WG, Epinette JA, Vendittoli PA. Dual mobility total hip arthroplasty: should everyone get one? *EFORT Open Rev*. 2019 Sep 3; 4(9): 541-547. doi: [10.1302/2058-5241.4.180045](https://doi.org/10.1302/2058-5241.4.180045). PMID: 31598332; PMCID: PMC6771074.
  15. Heifner JJ, Keller LM, Fox YM, Sakalian PA, Corces A. The Performance of Primary Dual-Mobility Total Hip Arthroplasty in Patients Aged 55 Years and Younger: A Systematic Review. *Arthroplast Today*. 2023 Nov 8; 24: 101241. doi: [10.1016/j.artd.2023.101241](https://doi.org/10.1016/j.artd.2023.101241). PMID: 38023650; PMCID: PMC10661692.
  16. Adam P, Philippe R, Ehlinger M, Roche O, Bonnet F, Molé D, Fessy MH; French Society of Orthopaedic Surgery and Traumatology (SoFCOT). Dual mobility cups hip arthroplasty as a treatment for displaced fracture of the femoral neck in the elderly. A prospective, systematic, multicenter study with specific focus on postoperative dislocation. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2012 May; 98(3): 296-300. doi: [10.1016/j.otsr.2012.01.005](https://doi.org/10.1016/j.otsr.2012.01.005). Epub 2012 Mar 29. PMID: 22463868.
  17. Zhu W, Feng B, Zhou T, Zhang J, Wang X, Jing Q, Weng X. The advantages and drawbacks of dual mobility acetabular cups and its clinical application. *Chinese Journal of Orthopaedics*. 2021; (12): 1367-1372.
  18. Laura AD, Hothi H, Battisti C, Cerquiglini A, Henckel J, Skinner J, Hart A. Wear of dual-mobility cups: a

## 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 (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

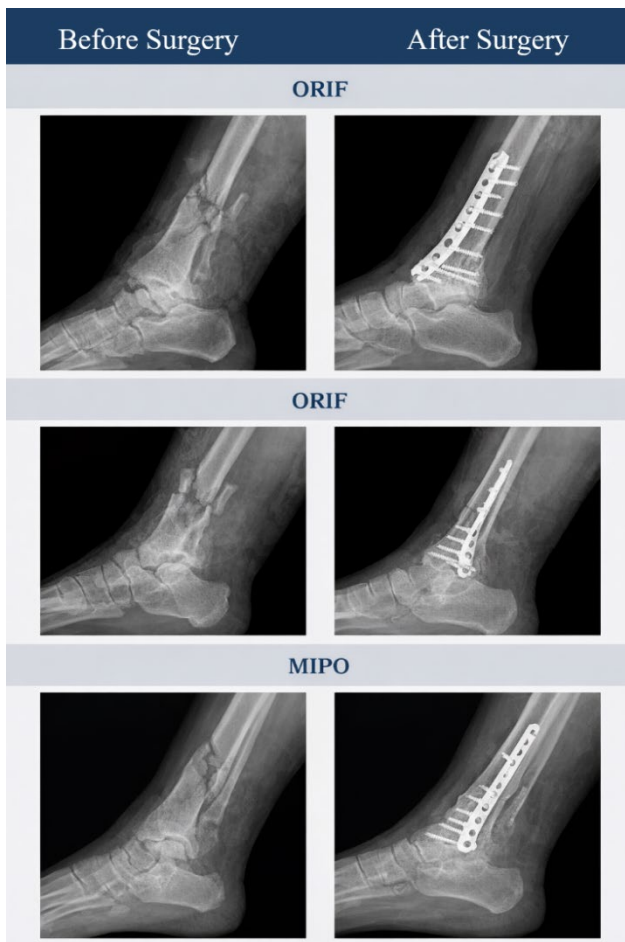
Email:  
[m.hadian72@gmail.com](mailto:m.hadian72@gmail.com)

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. 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 (۲/۲٪)
	۲۰-۳۰ (۳۰/۱۱٪)
	۳۰-۴۰ (۲۹/۰٪)
	۴۰-۵۰ (۲۶/۲٪)
نوع شکستگی پیلن	۵۰-۶۰ (۹/۱۸٪)
	>۶۰ (۲/۷٪)
	B1 (۴/۴٪)
	B2 (۴/۴٪)
	C1 (۱۷/۵٪)
مرحله‌بندی جراحی	C2 (۹/۳٪)
	C3 (۶۴/۵٪)
	جراحی اولیه (۳۵/۵٪)
روش جراحی	جراحی مرحله‌ای (۶۴/۵٪)
	فیکساسیون خارجی (۳۴/۴۲٪)
	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

## 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 قابل توجهی 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 از جمله پیچیده‌ترین آسیب‌های ارتوپدی به شمار می‌آیند؛ زیرا اغلب مفصل را درگیر می‌کنند، بافت نرم را به خطر می‌اندازند و الگوهای شکستگی خرد شده 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.

عوارض پس از جراحی شامل جوش‌نخوردگی در ۵۶ بیمار (۳۰/۶ درصد)، بدجوش‌خوردگی 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. استئوآرتروز 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، از جمله جوش‌نخوردگی، بدجوش‌خوردگی، 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

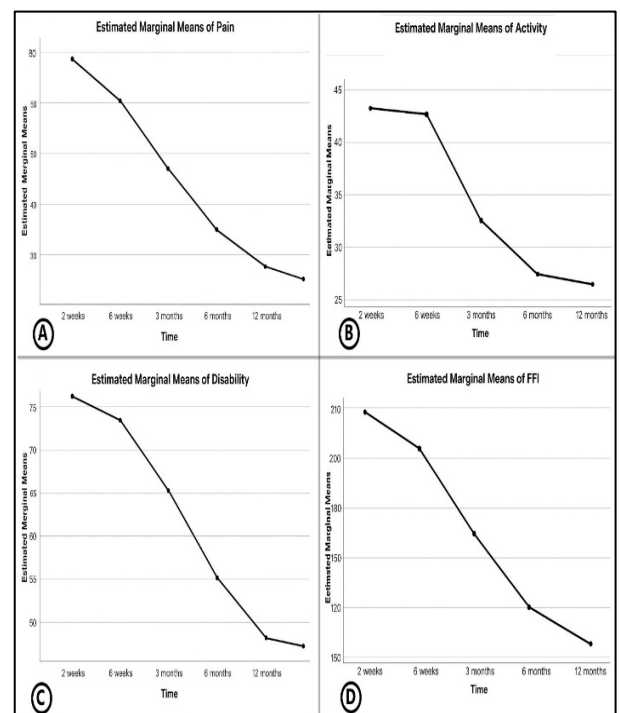
آزمون ANOVA با اندازه‌گیری‌های مکرر نشان داد که تغییرات در همه‌ی زیرمقیاس‌های شاخص عملکرد پا از نظر آماری معنادار بودند. نمرات درد در طول زمان به‌طور قابل توجهی کاهش یافت ( $P<0/001$ ) و تا ۶ ماه پس از عمل بهبود بیشتری داشت. نمرات ناتوانی بین ۶ هفته و ۶ ماه به‌طور معناداری بهبود یافت ( $P<0/001$ )، اما 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.

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/).

## درمان اولیه‌ی دررفتگی زانو

### (مطالعه‌ای مقطعی)

#### چکیده

**مقدمه:** دررفتگی زانو پتانسیل آسیب پیچیده به رگ‌های خونی، اعصاب و رباطها را دارد. این بیماری نیاز به تشخیص و درمان سریع دارد. ارزیابی‌های رادیولوژیکی به هدایت مداخلات ارتوپدی و جراحی مناسب کمک می‌کنند. هدف این مطالعه ارزیابی نتایج درمان دررفتگی زانو است، موضوعی که فاقد ادبیات پزشکی کافی است.

**مواد و روش‌ها:** مطالعه‌ای مقطعی از بیمارانی که بین سال‌های ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۱ با دررفتگی زانو در یک مرکز ارتوپدی بستری شده بودند انجام شد. داده‌های جمعیت‌شناختی، درمان‌های اولیه، آسیب‌های مرتبط، شدت درد و پیامدهای پس از جراحی جمع‌آوری شد. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از SPSS نسخه ۲۵ انجام شد.

**نتایج و بحث:** شصت و دو بیمار (۱۱ زن، ۵۱ مرد) وارد مطالعه شدند. تصادفات وسایل نقلیه‌ی موتوری، تصادفات رانندگی و سقوط از علل شایع بودند. آسیب‌های هم‌زمان شامل آسیب‌های رباطی، عروقی و عصبی بود که مورد اول غالب بود. درمان‌های فیکساتور خارجی و بریس اعمال شد. در گروه فیکساتور خارجی هیچ دررفتگی مجددی گزارش نشد، در حالی که ۵ مورد در گروه بریس رخ داد. نمرات شدت درد در گروه فیکساتور خارجی در یک و ۳ ماه پس از عمل جراحی کمتر بود. زمان بازگشت به کار و مدت توانبخشی، به‌طور غیرمعنی‌داری، در گروه درمان با بریس کوتاه‌تر بود. **نتیجه‌گیری:** هم بریس و هم فیکساتور خارجی به‌عنوان درمان‌های اولیه‌ی دررفتگی زانو نویدبخش هستند و مزایای متمایزی ارائه می‌دهند. نتیجه‌گیری‌های قطعی، آزمایش‌های بالینی جامع را می‌طلبد. این مطالعه بینش‌های ارزشمندی را به دانش موجود درباره‌ی مدیریت دررفتگی زانو ارائه می‌دهد.

**واژگان کلیدی:** دررفتگی زانو، نتیجه‌ی درمان، دررفتگی زانو، مفاصل

پذیرش مقاله: ۳۰ روز قبل از چاپ

دکتر مجتبی بنی‌اسدی،<sup>۱</sup> دکتر مهدی هادیان،<sup>۲</sup> دکتر محمد رستمی،<sup>۳</sup> دکتر علیرضا اسعدی،<sup>۴</sup> دکتر شهریار رحمانی

#### مقدمه

دررفتگی زانو وضعیتی نادر اما مهم است که به دلیل احتمال آسیب‌های رباطی، عصبی و عروقی نیازمند تشخیص و درمان فوری است.<sup>(۱)</sup> ضروری است که این آسیب‌ها در سریع‌ترین زمان ممکن شناسایی شوند و معاینه‌های رادیولوژیکی انجام شوند تا امکان مشاوره مناسب ارتوپدی و جراحی فراهم شود.<sup>(۲)</sup>

آسیب‌های با انرژی بالا مانند تصادفات خودرو، سقوطها و حوادث ورزشی می‌توانند به دررفتگی زانو منجر شوند. این نوع آسیب‌ها اغلب با پارگی‌های متعدد رباطی همراه هستند و ممکن است باعث ناپایداری زانو شوند.<sup>(۳)</sup> آسیب‌های عروقی از جمله آسیب اینتیمیا، تشکیل لخته خون و ترومبوز و نیز پارگی‌های جزئی یا کامل عروق از دیگر عوارض بالقوه دررفتگی زانو هستند. آناتومی ویژه عروق ناحیه زانو خطر آسیب‌های عروقی را در چنین مواردی افزایش می‌دهد.<sup>(۴)</sup> آسیب‌های عصبی مانند آسیب عصب پروئثال نیز از عوارض شایع دررفتگی زانو هستند و در ۴۰-۲۵ درصد موارد رخ می‌دهند. این نوع آسیب عصبی معمولاً پیش‌آگهی ضعیفی دارد و همین امر اهمیت تشخیص و درمان به‌موقع را بیشتر نشان می‌دهد.<sup>(۵)</sup> با وجود ماهیت بحرانی دررفتگی زانو، همچنان درباره درمان اولیه و درمان قطعی آن اختلاف نظرهایی وجود دارد. مطالعات متعددی اثربخشی درمان‌های جراحی و غیرجراحی را بررسی کرده‌اند. درمان اولیه ممکن است شامل استفاده از بریس‌ها یا فیکساتورهای خارجی باشد.<sup>(۶)</sup>

فیکساتورهای خارجی از گزینه‌های درمانی مناسب برای دررفتگی‌های زانو به شمار می‌روند،<sup>(۷)</sup> به‌ویژه در مواردی که دررفتگی باز، ترمیم عروقی یا ناتوانی در پایداری دررفتگی جان‌نازی شده وجود داشته باشد. این روش مزایای بسیاری دارد از جمله امکان بررسی وضعیت پوست، پایش فشار کمپارتمان (compartment) و ارزیابی شرایط نورواسکولار (neurovascular) اندام آسیب‌دیده.

۱. گروه جراحی ارتوپدی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۲. دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۳. گروه رادیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، بیمارستان امام خمینی، تهران، ایران

نویسنده‌ی مسئول:

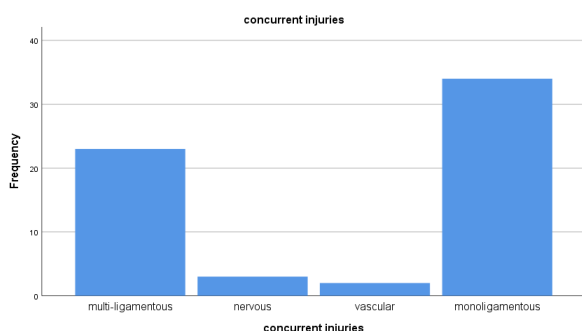
دکتر مهدی هادیان

Email:  
m.hadian72@gmail.com

تیبیا و پروئال (peroneal) و ارزیابی حرکت و حس بخش دیستال اندام مبتلا به دررفتگی زانو تأیید شد. آسیب عروقی با بررسی نبض‌های دیستال و وجود اختلالات پرفیوژن (perfusion) دیستال تأیید شد. ناپایداری زانو نیز با ارزیابی فلکشن، اکستنشن و چرخش زانو و همچنین دورسی فلکشن و پلاننار فلکشن مچ پا در وضعیت ایستاده بررسی شد. پس از تکمیل جمع‌آوری داده‌ها، داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار IBM SPSS نسخه ۲۵ تحلیل شدند. تحلیل توصیفی برای متغیرهای جمعیت‌شناختی و بالینی شامل میانگین، انحراف معیار و میانگین محاسبه شد. برای مقایسه‌ی پیامدهای بالینی بین دو گروه درمانی از آزمون کای‌اسکوئر استفاده شد.

## نتایج

در مجموع، ۶۲ بیمار براساس معیارهای ورود و خروج از میان ۲۵۷ بیمار مبتلا به دررفتگی زانو در بازه زمانی تعیین‌شده وارد مطالعه‌ی ما شدند. در میان شرکت‌کنندگان، ۱۱ نفر زن و ۵۱ نفر مرد بودند. توزیع اندام مبتلا به دررفتگی زانو مساوی بود، به طوری که ۳۲ بیمار دررفتگی در اندام راست و ۳۲ بیمار دررفتگی در اندام چپ داشتند و مشاهده نشد که هیچ موردی دررفتگی دوطرفه داشته باشد.



شکل ۲: فراوانی آسیب‌های همراه با دررفتگی زانو

علل گوناگونی برای دررفتگی زانو شناسایی شد که شایع‌ترین آن‌ها به ترتیب شامل تصادفات وسایل نقلیه‌ی موتوری، تصادفات خودرو و سقوط بودند. شایع‌ترین سازوکارهای ایجاد دررفتگی زانو شامل تصادفات وسایل نقلیه‌ی موتوری، تصادفات خودرو و سقوط بودند که توزیع آن‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است.

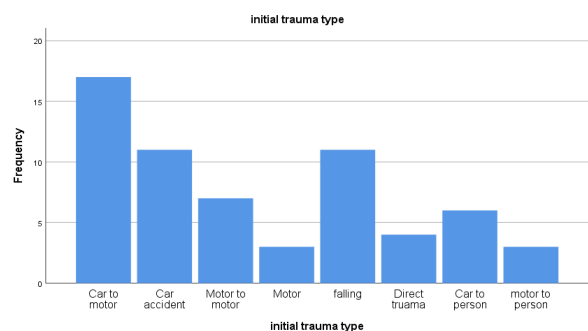
هم‌زمان با دررفتگی زانو، آسیب‌های هم‌زمان چندرباطی، عصبی و عروقی نیز مشاهده شد. شایع‌ترین آسیب همراه با دررفتگی زانو در مطالعه‌ی ما آسیب‌های رباطی بودند (شکل ۲). علاوه‌براین، شکستگی‌های استخوانی اندام تحتانی نیز به‌عنوان رخداد‌های هم‌زمان ثبت شدند. شکستگی‌های ساق پا (تیبیا) و ران (فemor) شایع‌ترین انواع شکستگی‌های مشاهده‌شده در این مطالعه بودند (شکل ۳).

بریس‌ها نیز از دیگر گزینه‌های درمانی هستند که انواع گوناگونی دارند.<sup>(۸)</sup> هدف این مطالعه بررسی پیامدهای درمانی مرتبط با درمان اولیه‌ی دررفتگی زانو با استفاده از بریس یا فیکساتور خارجی است. تا جایی که ما اطلاع داریم، تا کنون هیچ منبع علمی درباره این موضوع در منابع پزشکی منتشر نشده است.

## مواد و روش‌ها

این مطالعه‌ی مقطعی شامل تمامی بیمارانی بود که بین سال‌های ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۱ در بیمارستان‌های الزهرا و کاشانی بستری شده بودند. این بیمارستان‌ها به‌عنوان مراکز اصلی ارتوپدی در استان اصفهان شناخته می‌شوند. وضعیت بیمارانی که در این مطالعه شرکت کردند تا ۶ ماه پس از بستری پیگیری شد. معیارهای ورود به مطالعه تمامی بیماران مبتلا به دررفتگی زانو به هر دلیلی را شامل می‌شد. معیارهای خروج شامل موارد زیر بودند: ناهنجاری‌های مادرزادی زانو، سابقه دررفتگی زانو یا آسیب‌های رباطی، جراحی‌های قبلی زانو، شکستگی‌های استخوانی در همان اندام، فوت بیمار طی شش ماه نخست پس از دررفتگی زانو، نارضایتی آگاهانه برای شرکت در مطالعه و عدم دسترسی به بیمار.

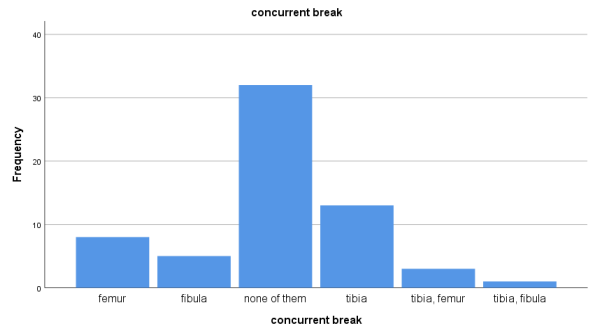
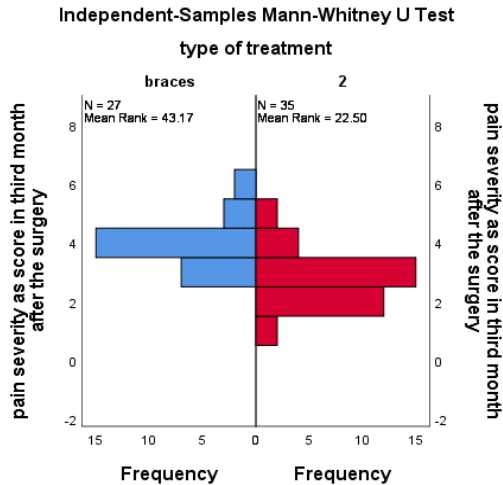
این پژوهش پس از دریافت مجوز از کمیته اخلاق زیستی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان انجام شد. برای جمع‌آوری داده‌ها از یک چک‌لیست استفاده شد که شامل مواردی مانند اطلاعات جمعیت‌شناختی، شاخص توده‌ی بدنی (BMI)، روش درمان اولیه، آسیب‌های همراه با دررفتگی زانو، شدت درد، سازوکار آسیب، بروز دررفتگی مجدد و بروز ناپایداری مفصل زانو بود. اطلاعات مربوط به مشخصات جمعیت‌شناختی، شاخص توده بدنی، درمان اولیه و آسیب‌های همراه از پرونده‌های پزشکی بیماران استخراج شد. سپس، بیماران به مدت شش ماه پیگیری شدند و وضعیت بالینی آنان در ویزیت‌های پیگیری بررسی و ثبت شد.



شکل ۱: توزیع سازوکارهای اولیه‌ی ترومای منجر به دررفتگی زانو

شدت درد با استفاده از مقیاس ارزیابی درد وونگ - بیکر (Wong-Baker FACES Pain Rating Scale) بررسی شد و بیماران شدت درد خود را بین ۱ تا ۱۰ امتیازدهی کردند. آسیب‌های همراه با دررفتگی زانو شامل آسیب‌های عصبی، عروقی و رباطی بودند. آسیب عصبی با بررسی عصب

در خصوص زمان بازگشت به فعالیت‌های کاری، میانگین مدت زمان ۱۲/۶ ماه در گروه فیکساتور خارجی و ۶/۸ ماه در گروه بریس بود. باین‌حال، تحلیل p-value یک‌طرفه تفاوت معناداری نشان نداد، اگرچه با استفاده از p-value دوطرفه تفاوت چشمگیری مشاهده شد (شکل ۵).

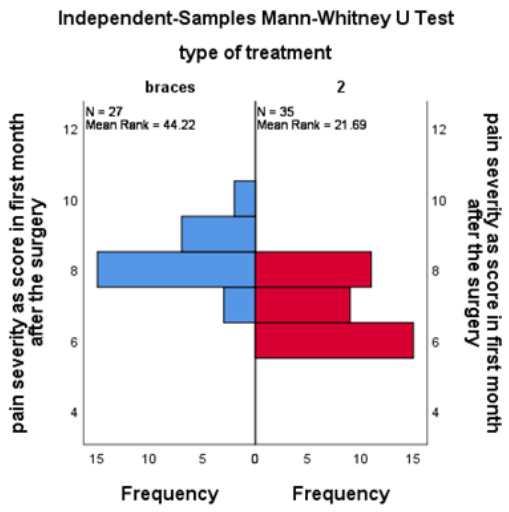


شکل ۳: توزیع شکستگی‌های همراه اندام تحتانی در بیماران مبتلا به دررفتگی زانو

در میان آسیب‌ها، ۵۰ مورد به صورت باز و ۱۲ مورد به صورت بسته طبقه‌بندی شدند. دو روش درمان اولیه‌ی مجزا شامل ۳۵ بیمار با درمان بریس و ۲۷ بیمار با فیکساتور خارجی بودند. از نظر اثربخشی بالینی، دررفتگی مجدد زانو در ۵ بیمار گروه بریس رخ داد و در گروه فیکساتور خارجی هیچ موردی مشاهده نشد. باین‌حال، تحلیل آماری تفاوت معناداری بین دو گروه در این زمینه نشان نداد.

شکل ۵: مقایسه‌ی مدت زمان توان‌بخشی و زمان بازگشت کار بین گروه‌های درمان

در زمینه‌ی مدت زمان توان‌بخشی، گروه بریس میانگین ۳/۲ هفته و گروه فیکساتور خارجی میانگین ۹/۵ هفته را تجربه کردند. با وجود این تفاوت‌ها، آزمون تحلیلی نتوانست معناداری یک‌طرفه بین دو گروه را نشان دهد.



شکل ۴: مقایسه‌ی شدت درد بین گروه درمان با بریس و فیکساتور خارجی در ماه اول و سوم پس از درمان

در این مطالعه، هدف اصلی ما بررسی پیامدهای بالینی و ویژگی‌های متمایز بیماران مبتلا به دررفتگی زانو بود که نوعی آسیب اسکلتی - عضلانی نادر به شمار می‌رود. شیوع تقریبی این آسیب حدود ۰/۰۲ درصد برآورد شده است.<sup>(۹، ۱۰)</sup>

جدول ۱: جدول توافقی میان رلوکس و نوع درمان				
رلوکس	بله	نوع درمان		تعداد
		بریس	فیکساتور خارجی	
رلوکس	بله	۵	۰	۵
	خیر	۵/۰	۲/۲	۷/۲
کل	بله	۵	۰	۵
	خیر	۵/۰	۲/۲	۷/۲
کل	بله	۵	۰	۵
	خیر	۵/۰	۲/۲	۷/۲

میانگین شدت درد یک ماه پس از جراحی در گروه بریس ۴۴/۲۲ و در گروه فیکساتور خارجی ۲۱/۶۹ بود. استفاده از آزمون من - ویتنی یو (Mann-Whitney U) نشان داد که در گروه فیکساتور خارجی کاهش چشمگیری در شدت درد رخ داده است (شکل ۴). در سه ماه پس از جراحی، میانگین شدت درد همچنان در گروه فیکساتور خارجی، ۴۳/۱۷ در گروه بریس در مقابل ۲۲/۵ در گروه فیکساتور خارجی، پایین‌تر باقی ماند. تحلیل آماری بار دیگر اهمیت این تفاوت را تأیید کرد ( $p < 0.01$ ).

## نتیجه‌گیری

یافته‌های ما نشان می‌دهد که بریس‌ها و فیکساتورهای خارجی هر دو روش‌هایی قابل‌انکاب برای مدیریت اولیه‌ی دررفتگی زانو هستند و هر یک مزایای متمایزی برای بیماران مبتلا به دررفتگی زانو ارائه می‌دهند. با این حال، تعیین استاندارد قطعی درمان مستلزم انجام آزمایش‌های بالینی کنترل‌شده دقیق است.

## تقدیر و تشکر

این مطالعه کارآزمایی بالینی با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران انجام شده است. بدین‌وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان صمیمانه قدردانی می‌کنیم.

## منابع

- Anazor FC, Baryeh K, Davies NC. Knee joint dislocation: overview and current concepts. *Br J Hosp Med (Lond)*. 2021 Dec 2; 82(12): 1-10. doi: [10.12968/hmed.2021.0466](https://doi.org/10.12968/hmed.2021.0466). Epub 2021 Dec 28. PMID: 34983230.
- Fanelli GC. Knee Dislocation and Multiple Ligament Injuries of the Knee. *Sports Med Arthrosc Rev*. 2018 Dec; 26(4): 150-152. doi: [10.1097/JSA.000000000000220](https://doi.org/10.1097/JSA.000000000000220). PMID: 30395055.
- Mohseni M, Mabrouk A, Simon LV. Knee dislocation. In: *StatPearls [Internet]*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 [cited 2022 Nov 14]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470595/>
- Medina O, Arom GA, Yeraniosian MG, Petrigliano FA, McAllister DR. Vascular and nerve injury after knee dislocation: a systematic review. *Clin Orthop Relat Res*. 2014 Sep; 472(9): 2621-9. doi: [10.1007/s11999-014-3511-3](https://doi.org/10.1007/s11999-014-3511-3). PMID: 24554457; PMCID: PMC4117866.
- Niall DM, Nutton RW, Keating JF. Palsy of the common peroneal nerve after traumatic dislocation of the knee. *J Bone Joint Surg Br*. 2005 May; 87(5): 664-7. doi: [10.1302/0301-620X.87B5.15607](https://doi.org/10.1302/0301-620X.87B5.15607). PMID: 15855368.
- Peskun CJ, Whelan DB. Outcomes of operative and nonoperative treatment of multiligament knee injuries: an evidence-based review. *Sports Med Arthrosc Rev*. 2011 Jun; 19(2): 167-73. doi: [10.1097/JSA.0b013e3182107d5f](https://doi.org/10.1097/JSA.0b013e3182107d5f). PMID: 21540715.
- Levy BA, Krych AJ, Shah JP, Morgan JA, Stuart MJ. Staged protocol for initial management of the dislocated knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2010 Dec; 18(12): 1630-7. doi: [10.1007/s00167-010-1209-y](https://doi.org/10.1007/s00167-010-1209-y). Epub 2010 Jul 16. PMID: 20635077.
- Fanelli GC. Multiple Ligament Injured Knee: Initial Assessment and Treatment. *Clin Sports Med*. 2019 Apr; 38(2): 193-198. doi: [10.1016/j.csm.2018.11.004](https://doi.org/10.1016/j.csm.2018.11.004). Epub 2019 Jan 19. PMID: 30878043.
- Peskun CJ, Levy BA, Fanelli GC, Stannard JP, Stuart MJ, MacDonald PB, Marx RG, Boyd JL, Whelan DB. Diagnosis and management of knee dislocations. *Phys Sportsmed*. 2010 Dec; 38(4): 101-11. doi: [10.3810/psm.2010.12.1832](https://doi.org/10.3810/psm.2010.12.1832). PMID: 21150149.

پس از جاناندازی، دو روش اصلی برای تثبیت مفصل مبتلا به دررفتگی زانو به کار گرفته می‌شوند: بریس‌ها و فیکساتورهای خارجی.<sup>(۱۱)</sup> محور اصلی تحقیق ما بر تأثیر مداخلات بریس در کاهش شدت درد بیماران مبتلا به دررفتگی زانو متمرکز بود.

مطالعه‌ی ما با محدودیت‌های متعددی مواجه شد که مهم‌ترین آن‌ها محدودیت در حجم نمونه بود. علاوه‌براین، نبود گروه کنترل برای مقایسه‌ی پیامدهای بالینی بین دو روش درمانی یکی دیگر از کاستی‌های مهم به شمار می‌رود. محدودیت دیگری نیز به کمبود داده‌های رادیوگرافی مربوط می‌شد که امکان ارزیابی جامع آسیب‌های بیماران را محدود می‌کرد. بنابراین، داده‌ها صرفاً براساس پرونده‌های بالینی جمع‌آوری شدند.

یافته‌های مطالعه‌ی ما چند نتیجه‌ی مهم را آشکار ساخته است. درمان با فیکساتورهای خارجی گرایش به کاهش بروز مجدد دررفتگی زانو و کاهش شدت درد را نشان داد، درحالی‌که استفاده از بریس‌ها امکان دوره‌های توان‌بخشی کوتاه‌تر و بازگشت سریع‌تر به فعالیت‌های شغلی را فراهم می‌کرد. همچنین، همان‌طور که در بخش‌های قبلی اشاره شد، عوامل مؤثر در ایجاد دررفتگی زانو تحلیل شدند. براساس این تحلیل، تصادفات موتورسیکلت به‌عنوان شایع‌ترین عامل شناخته شد و این یافته با تحقیقات پیشین مطابقت دارد.<sup>(۱۲-۱۶)</sup>

جدول ۲: جدول توافقی میان رلوکس و نوع درمان

جدول ۲: جدول توافقی میان رلوکس و نوع درمان				
رلوکس	بله	تعداد مورد انتظار	نوع درمان	
			فیکساتور خارجی	بریس
کل	تعداد	۲/۲	۵/۰	۵
		۲۷	۳۰	۵۷
کل	تعداد مورد انتظار	۲۴/۸	۳۲/۲	۵۷/۰
		۲۷	۳۵	۶۲
		۲۷/۰	۳۵/۰	۶۲/۰

یافته‌های ما همچنین نشان داد شیوع دررفتگی زانو در مردان بیشتر است، به‌طوری‌که نسبت مرد به زن ۵ به ۱ یا بیشتر بود. این نسبت بالاتر در مردان با تحقیقات پیشین همخوانی دارد.<sup>(۱۷-۱۹)</sup> میانگین سنی شرکت‌کنندگان ۴۲ سال بود که بالاتر از میانگین سنی مشاهده‌شده در مطالعات قبلی است.<sup>(۱۷-۱۹)</sup> علاوه‌براین، تمایل به آسیب‌های بسته در میان بیماران مبتلا به دررفتگی زانو مشابه با مطالعات پیشین مشاهده شد.<sup>(۱۹)</sup>

آسیب‌های هم‌زمان، که به‌طور شایع مشاهده شدند، به ترتیب شامل آسیب‌های چندرباطی، عصبی و عروقی بودند. شایان ذکر است که در سایر مطالعات، آسیب‌های عروقی شیوعی معادل یا حتی بالاتر از آسیب‌های عصبی را نشان داده‌اند.<sup>(۲۳، ۲۴)</sup>

- PMID: 20224661; PMCID: PMC2836735.
18. Ríos A, Villa A, Fahandezh H, de José C, Vaquero J. Results after treatment of traumatic knee dislocations: a report of 26 cases. *J Trauma*. 2003 Sep; 55(3): 489-94. doi: [10.1097/01.TA.0000043921.09208.76](https://doi.org/10.1097/01.TA.0000043921.09208.76). PMID: 14501892.
  19. Talbot M, Berry G, Fernandes J, Ranger P. Knee dislocations: experience at the Hôpital du Sacré-Coeur de Montréal. *Can J Surg*. 2004 Feb; 47(1): 20-4. PMID: 14997920; PMCID: [PMC3211817](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC3211817/).
  20. Harner CD, Waltrip RL, Bennett CH, Francis KA, Cole B, Irrgang JJ. Surgical management of knee dislocations. *J Bone Joint Surg Am*. 2004 Feb; 86(2): 262-73. doi: [10.2106/00004623-200402000-00008](https://doi.org/10.2106/00004623-200402000-00008). PMID: 14960670.
  21. King JJ 3rd, Cerynik DL, Blair JA, Harding SP, Tom JA. Surgical outcomes after traumatic open knee dislocation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2009 Sep; 17(9): 1027-32. doi: [10.1007/s00167-009-0721-4](https://doi.org/10.1007/s00167-009-0721-4). Epub 2009 Feb 10. PMID: 19205664.
  22. Ríos A, Villa A, Fahandezh H, de José C, Vaquero J. Results after treatment of traumatic knee dislocations: a report of 26 cases. *J Trauma*. 2003 Sep; 55(3): 489-94. doi: [10.1097/01.TA.0000043921.09208.76](https://doi.org/10.1097/01.TA.0000043921.09208.76). PMID: 14501892.
  23. Twaddle BC, Bidwell TA, Chapman JR. Knee dislocations: where are the lesions? A prospective evaluation of surgical findings in 63 cases. *J Orthop Trauma*. 2003 Mar; 17(3): 198-202. doi: [10.1097/00005131-200303000-00008](https://doi.org/10.1097/00005131-200303000-00008). PMID: 12621261.
  24. Parrado RH, Notrica DM. Vascular and Neurological Injury in Children With Posterior Traumatic Knee Dislocation. *Am Surg*. 2023 Jun; 89(6): 2791-2793. doi: [10.1177/00031348211050589](https://doi.org/10.1177/00031348211050589). Epub 2021 Nov 6. PMID: 34747225.
  10. Hegyes MS, Richardson MW, Miller MD. Knee dislocation. Complications of nonoperative and operative management. *Clin Sports Med*. 2000 Jul; 19(3): 519-43. doi: [10.1016/s0278-5919\(05\)70222-2](https://doi.org/10.1016/s0278-5919(05)70222-2). PMID: 10918964.
  11. Murphy CI, Roessler PP, Lawyer TJ, Musahl V. Acute knee dislocations. In: Margheritini F, Espregueira-Mendes J, Gobbi A, editors. *Complex knee ligament injuries*. Berlin, Heidelberg: Springer; 2019. p. 123-13. doi: [10.1007/978-3-662-58245-9\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-662-58245-9_11)
  12. Sillanpää PJ, Kannus P, Niemi ST, Rolf C, Felländer-Tsai L, Mattila VM. Incidence of knee dislocation and concomitant vascular injury requiring surgery: a nationwide study. *J Trauma Acute Care Surg*. 2014 Mar; 76(3): 715-9. doi: [10.1097/TA.000000000000136](https://doi.org/10.1097/TA.000000000000136). PMID: 24553539.
  13. Edwards GA, Sarasin SM, Davies AP. Dislocation of the knee: an epidemic in waiting? *J Emerg Med*. 2013 Jan; 44(1): 68-71. doi: [10.1016/j.jemermed.2011.06.064](https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2011.06.064). Epub 2011 Nov 6. PMID: 22056550.
  14. Pace A, Fergusson C. Spontaneous non-traumatic dislocation of the knee. *Acta Orthop Belg*. 2004 Oct; 70(5): 498-501. PMID: [15587043](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15587043/).
  15. Sharma H, Singh GK, Gupta M, Moss M. Type IIIB tibial intercondylar eminence fracture associated with a complex knee dislocation in a grossly obese adult. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2005 May; 13(4): 313-6. doi: [10.1007/s00167-004-0520-x](https://doi.org/10.1007/s00167-004-0520-x). Epub 2004 Oct 1. PMID: 15875163.
  16. Shetty RR, Mostofi SB, Housden PL. Knee dislocation of a morbidly obese patient: a case report. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2005 Apr; 13(1): 76-8. doi: [10.1177/230949900501300114](https://doi.org/10.1177/230949900501300114). PMID: 15872406.
  17. Eranki V, Begg C, Wallace B. Outcomes of operatively treated acute knee dislocations. *Open Orthop J*. 2010 Jan 19; 4: 22-30. doi: [10.2174/1874325001004010022](https://doi.org/10.2174/1874325001004010022).

## فراوانی شکستگی‌های صفحه‌ی رشد نیازمند جراحی در کودکان زیر ۱۲ سال

### (مطالعه‌ای گذشته‌نگر در بیمارستانی سطح سوم)

#### چکیده

**مقدمه:** با توجه به اهمیت شکستگی‌های صفحه‌ی رشد در کیفیت زندگی و عوارض ناشی از آن و کمبود اطلاعات در مورد شیوع این نوع شکستگی در جامعه‌ی هدف، این مطالعه با هدف ارزیابی شیوع این نوع شکستگی در جامعه‌ی ایرانی انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** اطلاعات ۴۱ بیمار مبتلا به شکستگی صفحه‌ی رشد شامل؛ سن، جنس، شکستگی باز و بسته، شکستگی‌های تکی و چندتایی، نوع شکستگی، محل شکستگی و وجود شکستگی در سمت راست یا چپ اندام از پرونده‌های اتاق عمل، رادیوگرافی‌های بیماران و پرونده‌های آنها استخراج شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها، داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

**نتایج و بحث:** ۳۲ پسر و ۹ دختر با میانگین سنی  $۲۴/۴۸ \pm ۲$  سال وارد مطالعه شدند. شکستگی دیستال رادیوس شایع‌ترین (۲۶ مورد) و مائلول داخلی و متاتارس دیستال (۱ نفر) کمترین محل شکستگی بودند. بیشتر شکستگی‌ها در سمت چپ (۲۲ نفر)، بسته (۳۳ نفر) و آسیب تکی (۲۹ نفر) بودند و شکستگی‌های سالتر - هریس نوع ۲ شایع‌ترین الگوهای شکستگی (۳۵ نفر) بودند.

**نتیجه‌گیری:** شکستگی صفحه‌ی رشد در کودکان در پسران، سمت چپ، شکستگی تکی شایع‌تر بود و اکثر آنها شکستگی‌های سالتر - هریس نوع ۲ بودند.

**واژگان کلیدی:** صفحه‌ی رشد، شکستگی‌های سالتر - هریس، اقدامات ارتوپدی

پذیرش مقاله: ۴۰ روز قبل از چاپ

دکتر شهاب ایل‌کا، دکترا افشین احمدزاده حشمتی، دکترا امیررضا میرزایی سوسفیدی، دکترا مهسا ابویی

#### مقدمه

صفحه‌ی رشد مسئول رشد طولی استخوان‌های بلند است و به سه ناحیه‌ی آپی‌فیز، دیافیز و متافیز تقسیم می‌شود که از لحاظ کندروسیت‌ها، بلوغ سلولی و مرحله‌ی متابولیک با هم تفاوت دارند.<sup>(۱،۲)</sup>

پانزده تا ۳۰ درصد شکستگی‌ها در کودکان شکستگی‌های صفحه‌ی رشد است. جنس صفحه‌ی رشد غضروف و از استخوان ضعیف‌تر است.<sup>(۳)</sup> درواقع، صفحه‌ی رشد ضعیف‌ترین قسمت یک استخوان است که در دو انتهای استخوان‌ها و نزدیک مفاصل وجود دارند. ضربه‌ی شدید به مفصل فرد بالغ ممکن است موجب آسیب لیگامان‌های اطراف مفصل شود، اما در کودکان به علت ضعف صفحه‌ی رشد نسبت به لیگامان‌ها آسیب‌ها به صفحه‌ی رشد بیشتر است.<sup>(۴،۵)</sup>

معمولاً علائم بالینی آسیب لیگامان‌ها و صفحه‌ی رشد مانند یکدیگر است. بنابراین، بسیاری از کودکانی که به دنبال ضربه به مفصل دچار علائمی مانند کشیدگی لیگامانی می‌شوند درواقع آسیب صفحه‌ی رشد دارند.<sup>(۶،۷)</sup> شکستگی‌های صفحه‌ی رشد بایستی سریع و با دقت درمان شوند؛ زیرا ممکن است باعث عوارضی مانند اختلال در رشد استخوان و کوتاهی یا عدم تقارن در شکل نهایی استخوان شوند. معمولاً درمان شکستگی‌های صفحه‌ی رشد برحسب نوع شکستگی و جابه‌جاشدگی قطعات از گچ‌گیری تا عمل جراحی متفاوت است.<sup>(۸،۹)</sup>

با توجه به اهمیت شکستگی‌های صفحه‌ی رشد در کیفیت زندگی افراد و عوارض ناشی از آن و فقدان اطلاعات در مورد شیوع این نوع شکستگی در جامعه‌ی هدف به صورت کشوری این مطالعه با هدف ارزیابی شیوع این نوع شکستگی‌ها در منطقه‌ی کرمان انجام شد.

۱. گروه ارتوپدی دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران  
۲. پزشکی عمومی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران

نویسنده‌ی مسئول:

دکترا امیررضا میرزایی سوسفیدی

Email: amirreza.mirzaei@live.com

## مواد و روش‌ها

کمی بیشتر از سمت راست بود (۵۹/۵ درصد در مقابل ۴۰/۵ درصد)، اکثر شکستگی‌ها ۷۰ درصد منفرد بودند و آسیب عصبی و عروقی در ۱۴/۶ درصد از بیماران وجود داشت.

## بحث

آسیب‌های ارتوپدی در اطفال بسیار شایع است. براساس برخی گزارش‌ها، سالانه حدود ۲۵ درصد از کودکان در معرض این آسیب‌ها قرار دارند. بیشتر پژوهش‌ها از کشورهای اسکانندیناوی است که ریسک ایجاد شکستگی را از زمان تولد تا سن ۱۶ سالگی، ۴۲ درصد در بین پسرها و ۲۷ درصد در بین دختران گزارش می‌دهد.<sup>(۱۱)</sup> در واقع، یکی از مشکلاتی که در بخش ارتوپدی کودکان وجود دارد ضایعات صفحه‌ی رشد استخوان‌های بدن است که این مسئله به طور واضح‌تر و شایع‌تر در استخوان‌های بلند بدن رخ می‌دهد. علل این ضایعات متفاوت است که شایع‌ترین آن‌ها به علت تروماهای وارد به استخوان و پس از آن سایر علل اکتسابی و مادرزادی است.<sup>(۱۲)</sup> پژوهش‌های اپیدمیولوژیک انجام‌شده در این خصوص بسیار محدود است.

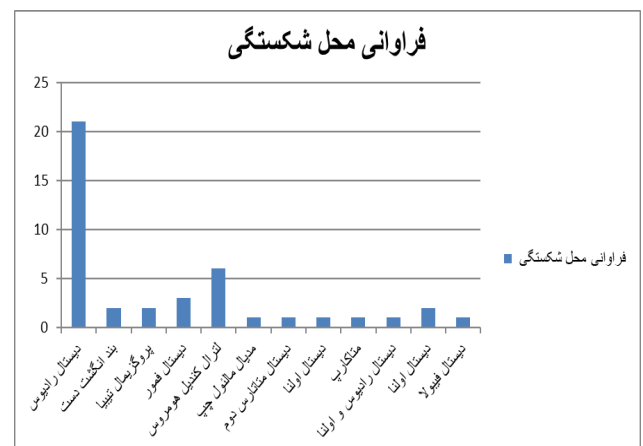
در مطالعه‌ای که آقاخانی و همکاران<sup>(۱۳)</sup> با هدف بررسی اپیدمیولوژی آسیب‌های ارتوپدی در اطفال و نوجوانان در تهران انجام دادند، ۱۰۸۱ بیمار زیر ۱۹ سال با آسیب ارتوپدی بررسی شدند که اکثریت آن‌ها را پسران تشکیل می‌دادند. ۷۶ درصد این نتیجه با مطالعه همخوانی دارد. علت این شیوع بیشتر نامشخص است و به احتمال زیاد فاکتورهای بیولوژیک و اجتماعی و فعالیت‌های بیشتر ورزشی یا خطرپذیری بیشتر در این جنس می‌تواند از عوامل احتمالی باشد و بررسی این عوامل و مشخص کردن کودکان در معرض آسیب در هر دو جنس می‌تواند در پیشگیری از آسیب در این گروه‌ها کمک‌کننده باشد. در مطالعه‌ی آرکادر (Arkader) و همکاران<sup>(۱۴)</sup> در سال ۲۰۰۷، تعداد ۸۳ کودک با شکستگی اپی‌فیز فمور مورد بررسی قرار گرفتند که ۸۰ درصد موارد شکستگی در پسران و ۲۰ درصد در دختران بود. در این مطالعه، شیوع شکستگی صفحه‌ی رشد در پسران ۴ برابر دختران بود. این نتیجه با مطالعه‌ی ما همخوانی دارد. بیشتر شکستگی‌ها در این مطالعه در سمت راست ۵۳ درصد بود، اما در مطالعه‌ی اکثر شکستگی‌ها در سمت چپ بود. از نظر نوع شکستگی، ۲۵ درصد دارای شکستگی نوع یک (۵۹ درصد) نوع دو (۵/۵ درصد) نوع سه (۹/۵ درصد) نوع چهار (۱/۵ درصد) نوع پنج بود. همانند مطالعه‌ی ما، بیشترین فراوانی در شکستگی نوع دو بود، اما در مطالعه‌ی ما شکستگی نوع دو درصد بیشتری را به خود اختصاص داده بود. در مطالعه‌ی آرکادر و همکاران<sup>(۱۴)</sup> تنها ۲ مورد از شکستگی‌ها باز بود، در مطالعه‌ی ما ۸ مورد شکستگی‌ها باز بودند. در مطالعه‌ی بازنر (Basener) و همکاران<sup>(۱۵)</sup> که در سال ۲۰۰۹ انجام دادند نتایج چندین مطالعه در مطالعه‌ی نظام‌مند بررسی شدند. فراوانی شکستگی در پسران (۸۱ درصد) بیشتر از دختران (۱۹ درصد) بود. این نتیجه با مطالعه‌ی ما و مطالعه آرکادر همخوانی داشت. در این مطالعه، ۷۰ نفر از کودکان دارای

این مطالعه‌ی مقطعی گذشته‌نگر به صورت سرشماری بر روی تمامی کودکان زیر ۱۲ سال با تشخیص شکستگی صفحه‌ی رشد نیازمند به عمل جراحی در بیمارستان شهید باهنر در ۱۳۹۸ انجام شد. تمامی بیماران زیر ۱۲ سال با شکستگی صفحه‌ی رشد نیازمند عمل جراحی به مطالعه وارد شدند و بیماران با تشخیص سندرم کمپارتمان یا نواقص اطلاعات دموگرافیک از مطالعه خارج شدند.

ابتدا مشخصات بیماران از دفاتر اتاق عمل ارتوپدی استخراج شد و سپس سایر اطلاعات لازم شامل سن، جنسیت، نوع شکستگی برحسب طبقه‌بندی سالتر-هریس<sup>(۱۰)</sup> محل شکستگی، باز یا بسته بودن شکستگی، منفرد یا متعدد بودن شکستگی و همراهی شکستگی با آسیب‌های دیگر از پرونده‌ی بیماران جمع‌آوری شد. سپس، این اطلاعات وارد فرم جمع‌آوری داده‌ها شد و بعد از وارد کردن داده در نرم‌افزار SPSS از نظر آماری تجزیه و تحلیل شد.

## نتایج

در این مطالعه، ۴۱ کودک با شکستگی صفحه‌ی رشد بررسی شدند که میانگین سنی آن‌ها  $24 \pm 2/48$  بود. از این تعداد، ۳۲ نفر پسر و ۹ نفر دختر بودند. بیشترین محل شکستگی در دیستال رادیوس (۲۶ نفر) و کمترین فراوانی مربوط مدیال مائلول و دیستال متاتارس (یک نفر) بود (نمودار ۱). اکثر شکستگی‌ها در سمت چپ (۲۲ نفر)، بسته (۳۳ نفر) و منفرد (۲۹ نفر) بودند. از نظر نوع شکستگی، اکثر شکستگی‌ها از نوع دو (۳۵ نفر) بودند.



شکل ۱: فراوانی محل شکستگی

اکثر شکستگی‌ها به صورت بسته بودند (۸۰/۵ درصد) و ۸۵ درصد شکستگی‌ها از نوع سالتر-هریس تپ دو بودند. شکستگی در سمت چپ

- J Pediatr Orthop. 2020 Jan; 40(1): e1-e5. doi: [10.1097/BPO.0000000000001384](https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000001384). PMID: 30969196.
- Mackie EJ, Ahmed YA, Tatarczuch L, Chen KS, Mirams M. Endochondral ossification: how cartilage is converted into bone in the developing skeleton. Int J Biochem Cell Biol. 2008; 40(1): 46-62. doi: [10.1016/j.biocel.2007.06.009](https://doi.org/10.1016/j.biocel.2007.06.009). Epub 2007 Jun 29. PMID: 17659995.
  - Matsushita Y, Ono W, Ono N. Growth plate skeletal stem cells and their transition from cartilage to bone. Bone. 2020 Jul; 136: 115359. doi: [10.1016/j.bone.2020.115359](https://doi.org/10.1016/j.bone.2020.115359). Epub 2020 Apr 7. PMID: 32276155; PMCID: PMC7246136.
  - Gibreel W, Charafeddine A, Carlsen BT, Moran SL, Bakri K. Salter-Harris Fractures of the Distal Phalanx: Treatment Algorithm and Surgical Outcomes. Plast Reconstr Surg. 2018 Sep; 142(3): 720-729. doi: [10.1097/PRS.0000000000004645](https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000004645). PMID: 30148775.
  - Rickert KD, Hosseinzadeh P, Edmonds EW. What's New in Pediatric Orthopaedic Trauma: The Lower Extremity. J Pediatr Orthop. 2018 Sep; 38(8): e434-e439. doi: [10.1097/BPO.0000000000001209](https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000001209). PMID: 29975292.
  - Rivera, KO., Russo, F., Boileau, RM et al. Local injections of  $\beta$ -NGF accelerates endochondral fracture repair by promoting cartilage to bone conversion. Sci Rep 10, 22241(2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78983-y>
  - Nguyen JC, Markhardt BK, Mellow AC, Dwek JR. Imaging of Pediatric Growth Plate Disturbances. Radiographics. 2017 Oct; 37(6): 1791-1812. doi: [10.1148/rg.2017170029](https://doi.org/10.1148/rg.2017170029). PMID: 29019753.
  - Beatty E, Archambault P. BET 1: Can Salter-Harris type I fractures be diagnosed by ultrasound? Emerg Med J. 2018 May; 35(5): 335-336. doi: [10.1136/emermed-2018-207686.1](https://doi.org/10.1136/emermed-2018-207686.1). PMID: 29674383.
  - Brian JM, Choi DH, Moore MM. The Primary Physis. Semin Musculoskelet Radiol. 2018 Feb; 22(1): 95-103. doi: [10.1055/s-0037-1608002](https://doi.org/10.1055/s-0037-1608002). Epub 2018 Feb 6. PMID: 29409076.
  - Cepela DJ, Tartaglione JP, Dooley TP, Patel PN. Classifications In Brief: Salter-Harris Classification of Pediatric Physeal Fractures. Clin Orthop Relat Res. 2016 Nov; 474(11): 2531-2537. doi: [10.1007/s11999-016-4891-3](https://doi.org/10.1007/s11999-016-4891-3). Epub 2016 May 20. PMID: 27206505; PMCID: PMC5052189.
  - Ho-Fung VM, Zapala MA, Lee EY. Musculoskeletal Traumatic Injuries in Children: Characteristic Imaging Findings and Mimickers. Radiol Clin North Am. 2017 Jul; 55(4): 785-802. doi: [10.1016/j.rcl.2017.02.011](https://doi.org/10.1016/j.rcl.2017.02.011). Epub 2017 Mar 27. PMID: 28601180.
  - Fernandez FF, Eberhardt O, Langendörfer M, Wirth T. Treatment of severely displaced proximal humeral fractures in children with retrograde elastic stable intramedullary nailing. Injury. 2008 Dec; 39(12): 1453-9. doi: [10.1016/j.injury.2008.04.001](https://doi.org/10.1016/j.injury.2008.04.001). Epub 2008 Jul 25. PMID: 18656193.
  - Aghakhani K, Ameri E, Ameri M, Mohtarami SA. Epidemiology of orthopedic trauma in children and adolescent in a referral center in Tehran: a prospective study. Tehran Univ Med J 2015; 73(1): 40-48 URL: <http://tumj.tums.ac.ir/article-1-6572-en.html>
  - Arkader A, Warner WC Jr, Horn BD, Shaw RN, Wells L. Predicting the outcome of physeal fractures of the distal femur. J Pediatr Orthop. 2007 Sep; 27(6): 703-8. doi: [10.1097/BPO.0b013e3180dca0e5](https://doi.org/10.1097/BPO.0b013e3180dca0e5). PMID: 17717475.

شکستگی نوع یک، ۲۷۶ نفر دارای شکستگی نوع دو، ۴۹ نفر دارای شکستگی نوع سه، ۵۶ نفر دارای شکستگی نوع چهار و ۳۱ نفر دارای شکستگی نوع پنج بودند. همانند مطالعه‌ی ما، بیشترین فراوانی شکستگی شکستگی نوع دو بود.

جدول ۱: متغیرهای مورد بررسی

متغیر	فراوانی	درصد
باز و بسته بودن شکستگی‌ها		
بسته	۳۳	۸۰/۵
باز	۸	۱۹/۵
نوع شکستگی برحسب طبقه‌بندی سالتر - هریس		
تیپ ۱	۱	۲/۴
تیپ ۲	۳۵	۸۵/۴
تیپ ۳	۳	۷/۳
تیپ ۴	۲	۴/۹
تیپ ۵	۰	۰
سمت شکستگی در اندام		
راست	۱۷	۴۰/۵
چپ	۲۴	۵۹/۵
تعداد شکستگی		
منفرد	۲۹	۷۰/۷
متعدد	۱۲	۲۹/۳
آسیب عروق و اعصاب		
دارد	۶	۱۴/۶
ندارد	۳۵	۸۵/۴

در مطالعه‌ی لری (Leary) و همکاران<sup>(۱۶)</sup> که در سال ۲۰۰۹ شکستگی‌های اپی‌فیزیال تبیبا را بررسی کردند، ۶۷ درصد شکستگی‌ها نوع دو، ۱۳ درصد نوع سه، ۱۳ درصد نوع چهار و ۷ درصد از انواع دیگر شکستگی‌ها بودند. در این مطالعه نیز همانند مطالعه‌ی ما بیشترین فراوانی در شکستگی نوع دو بود.

## نتیجه‌گیری

روش سیمان‌گذاری با شل شدن پروتز مفصل زانو مرتبط است و می‌تواند به شکست زود هنگام یا دیررس عمل تعویض مفصل منجر شود و در ادامه به تعویض مفصل مجدد نیاز داشته باشد. بنابراین، بهره‌گیری از یک روش دقیق سیمان‌گذاری در زمان قرار دادن پروتز مفصلی برای جلوگیری از شل شدن آسپتیک و در نتیجه شکست زود هنگام TKA اساسی است.

## منابع

- Sheffer BW, Villarreal ED, Ochsner MG 3rd, Sawyer JR, Spence DD, Kelly DM. Concurrent Ipsilateral Tibial Shaft and Distal Tibial Fractures in Pediatric Patients: Risk Factors, Frequency, and Risk of Missed Diagnosis.

16. Leary JT, Handling M, Talerico M, Yong L, Bowe JA. Physeal fractures of the distal tibia: predictive factors of premature physeal closure and growth arrest. *J Pediatr Orthop.* 2009 Jun; 29(4): 356-61. doi: [10.1097/BPO.0b013e3181a6bfe8](https://doi.org/10.1097/BPO.0b013e3181a6bfe8). PMID: 19461377.
15. Basener CJ, Mehlman CT, DiPasquale TG. Growth disturbance after distal femoral growth plate fractures in children: a meta-analysis. *J Orthop Trauma.* 2009 Oct; 23(9): 663-7. doi: [10.1097/BOT.0b013e3181a4f25b](https://doi.org/10.1097/BOT.0b013e3181a4f25b). PMID: 19897989.

## تعویض کامل مفصل زانو در بیماران مبتلا به ناهنجاری‌های خارج مفصلی (چالش‌ها، روش‌ها و نتایج)

### چکیده

اجرای جراحی تعویض کامل مفصل زانو (TKA) در بیمارانی که با ناهنجاری‌های خارج مفصلی مواجه هستند، با چالش‌های جراحی پیچیده و قابل توجهی همراه است که می‌تواند تأثیرات مستقیم و غیرمستقیمی بر نتایج درمانی داشته باشد. این ناهنجاری‌ها اغلب مستلزم برنامه‌ریزی دقیق‌تر و اتخاذ راهبردهای جراحی متناسب با شرایط هر بیمار هستند تا هم‌راستایی بیومکانیکی اندام حفظ شده و عملکرد مطلوب مفصل تضمین شود. از جمله این راهبردها می‌توان به اصلاحات داخل مفصلی و استئوتومی‌های خارج مفصلی اشاره کرد که انتخاب هر یک بر اساس ویژگی‌های بالینی بیمار، محل و شدت ناهنجاری صورت می‌گیرد. در این راستا، فناوری‌های نوین نظیر جراحی با کمک رایانه و سیستم‌های رباتیک به‌عنوان ابزارهای پیشرفته مطرح شده‌اند که با افزایش دقت در برنامه‌ریزی و اجرای عمل، احتمال بروز خطاهای جراحی را کاهش داده و به بهبود پیامدهای بالینی کمک می‌کنند. این مقاله با هدف ارائه مروری جامع بر رویکردهای درمانی و الگوریتم‌های تصمیم‌گیری در مدیریت TKA در بیماران مبتلا به ناهنجاری‌های خارج مفصلی تدوین شده است و در عین حال بر اهمیت ارزیابی دقیق پیش‌از عمل، تصویربرداری پیشرفته و برنامه‌ریزی چندرشته‌ای تأکید دارد. همچنین، راهکارهای عملی برای بهینه‌سازی نتایج عملکردی، کاهش عوارض احتمالی و افزایش طول عمر پروتز ارائه می‌شود.

واژگان کلیدی: آرتروپلاستی کامل زانو، زانو، استئوتومی، نتایج

پذیرش مقاله: ۴۲ روز قبل از چاپ

دکتر محمد عزیزی، دکتر هوشمند زارعی، دکتر مهیار مهدوی، دکتر سیدمحمدمیتاق متشکره، دکتر میعاد نصرت‌پور، دکتر مانا ذاکر مشفق، دکتر حمیدرضا مصلح، دکتر سیدمرتضی کاظمی

### مقدمه

تعویض کامل مفصل زانو (TKA) یک روش جراحی گسترده است که به‌طور مؤثر مشکلات ناشی از آرتروز شدید زانو و سایر بیماری‌های ناتوان‌کننده مشابه را برطرف می‌کند. اهداف اصلی TKA تسکین درد، بهبود تحرک و بازگرداندن کیفیت زندگی است.<sup>(۱ و ۲)</sup> با این حال، هنگامی که بیماران دچار ناهنجاری‌های خارج مفصلی می‌شوند، این عمل جراحی به مراتب پیچیده‌تر می‌شود.<sup>(۳)</sup> این ناهنجاری‌ها که در خارج از خود مفصل رخ می‌دهند، می‌توانند تراز زانو، تعادل بافت نرم و برنامه‌ریزی کلی جراحی را پیچیده کنند و تکنیک‌های استاندارد را کمتر قابل‌پیش‌بینی سازند. چنین ناهنجاری‌هایی ممکن است ناشی از تروما، ناهنجاری‌های مادرزادی، شکستگی‌های قبلی با جوش خوردن ناصحیح، بیماری‌های متابولیک استخوان یا حتی آرتروز طولانی‌مدت باشد که منجر به تغییرات جبرانی در ساختارهای اطراف می‌شود.<sup>(۴ و ۵)</sup> اصلاح صحیح این ناهنجاری‌ها ضروری است، زیرا نادیده گرفتن آنها در طول جراحی تعویض کامل زانو می‌تواند منجر به درد طولانی‌مدت، اختلال عملکرد، ناپایداری مفصل و افزایش فشار بر اجزای پروتز شود. این عوامل ممکن است رضایت بیمار را به خطر اندازند، سایش ایمپلنت را تسریع و ریسک نارسایی زودهنگام را افزایش دهند و به‌طور بالقوه نیاز به جراحی ترمیمی را ایجاد کنند.<sup>(۶)</sup> افزون بر این، وجود بدشکلی‌های چندصفحه‌ای می‌تواند محور مکانیکی اندام تحتانی را تغییر داده و ضرورت ارزیابی دقیق پیش‌از عمل را برای تعیین کفایت اصلاح داخل مفصلی یا نیاز به مداخلات ترکیبی خارج مفصلی مطرح سازد. از این رو، بررسی دقیق هم‌راستایی اندام، کیفیت و حجم استخوان و وضعیت بافت‌های نرم برای دستیابی به بازسازی متعادل و تثبیت پایدار پروتز ضروری است. این مقاله با مروری بر الگوریتم‌های درمانی و رویکردهای نوین در مدیریت ناهنجاری‌های خارج مفصلی، به بررسی ارزیابی‌های رادیوگرافیک، برنامه‌ریزی جراحی، انتخاب ایمپلنت، نقش ناوربی کامپیوتری و اهمیت رویکرد چندرشته‌ای در بهینه‌سازی پیامدهای بالینی و تضمین بقای بلندمدت پروتز می‌پردازد.

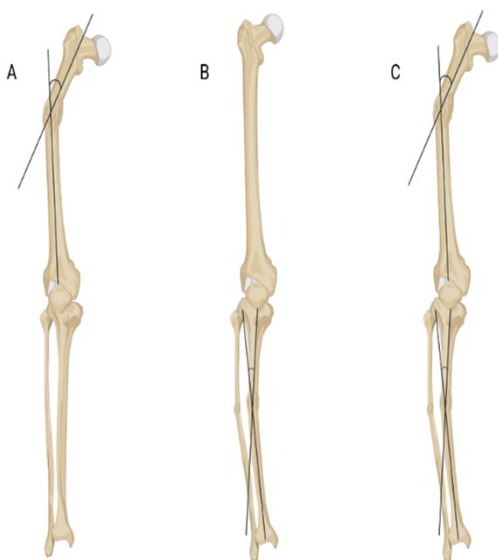
۱. مرکز تحقیقات استخوان، مفصل و بافت‌های مرتبط بیمارستان اختر، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

نویسنده مسئول:  
سیدمرتضی کاظمی

Email:  
kazemimort@gmail.com

## علل ایجاد ناهنجاری‌های خارج مفصلی

معاینه فیزیکی باید وضعیت راه رفتن، دامنه حرکتی، ثبات رباطی و وضعیت عصبی عروقی بیمار را ارزیابی کند. معاینه‌کننده باید هر گونه اختلاف طول پا، ناهنجاری‌های چرخشی یا ناهنجاری‌های فلکشن ثابت را یادداشت کند. ارزیابی دقیق بافت‌های نرم، از جمله کیفیت پوست و اسکارهای جراحی قبلی، برای برنامه‌ریزی جراحی ضروری است.<sup>(۱۴ و ۱۸)</sup> مطالعات تصویربرداری نقش مهمی در ارزیابی ناهنجاری‌های خارج مفصلی دارند. رادیوگرافی استاندارد، از جمله نمای جانبی و کروئال وزن دار زانو، اطلاعات اولیه را در مورد باریک شدن فضای مفصلی، تشکیل استئوفیت و کیفیت استخوان ارائه می‌دهد.<sup>(۲۵، ۹)</sup> باین‌حال، برای بیمارانی که دچار ناهنجاری‌های خارج مفصلی هستند، رادیوگرافی تمام طول اندام تحتانی ضروری است. این تصاویر، که اغلب به‌عنوان فیلم‌های هیپ تا میچ یا بلند قد شناخته می‌شوند، امکان اندازه‌گیری دقیق محورهای مکانیکی و آناتومیکی اندام تحتانی و همچنین ارزیابی تراز کلی اندام را فراهم می‌کنند.<sup>(۲۰ و ۲۶)</sup>



تصویر ۱: محل‌های مختلف ناهنجاری برای در نظر گرفتن استئوتومی خارج مفصلی: دفورمیتی در استخوان ران (A) دفورمیتی در استخوان تیبیا (B)، دفورمیتی ترکیبی در استخوان ران و تیبیا (C)

مدالیته‌های تصویربرداری پیشرفته مانند توموگرافی کامپیوتری (CT) و تصویربرداری رزونانس مغناطیسی (MRI) ممکن است در موارد پیچیده ضروری باشند. سی‌تی اسکن می‌تواند اطلاعات دقیقی در مورد هندسه استخوان و تراز چرخشی ارائه کند، که به ویژه در موارد ناهنجاری‌های چرخشی یا هنگام برنامه‌ریزی استئوتومی‌های اصلاحی مفید است. MRI می‌تواند اطلاعات اضافی در مورد ساختارهای بافت نرم، از جمله رباطها و عضلات، که ممکن است تحت تأثیر ناهنجاری‌های طولانی مدت قرار گیرند، ارائه دهد.<sup>(۲۰ و ۲۵)</sup>

این مطالعه‌ی مقطعی گذشته‌نگر در بیمارستان‌های الزهرا و ناهنجاری‌های خارج مفصلی استخوان ران و ساق پا می‌تواند ناشی از عوامل مختلفی از جمله ناهنجاری‌های مادرزادی، بیماری‌های متابولیک استخوان، بد جوش خوردن بعد از آسیب و جراحی‌های قبلی باشند.<sup>(۸ و ۷)</sup> یکی از شایع‌ترین علل، بد جوش خوردن استخوان‌ها است که منجر به تغییر تراز و استرس مکانیکی غیرطبیعی در زانو می‌شود.<sup>(۹، ۱۰)</sup> این بد جوش خوردن‌ها می‌توانند عملکرد طبیعی زانو را مختل کرده و خطر ابتلا به آرتروز زانو را افزایش دهند.<sup>(۱۱ و ۱۲)</sup> اگرچه برخی مطالعات ارتباط مستقیم بین بد جوش خوردن استخوان ران و آرتروز زانو را زیر سوال برده‌اند، اما به‌طور کلی پذیرفته شده است که شدت ناهنجاری نقش مهمی در پیشرفت آرتروز دارد.<sup>(۱۳-۱۸)</sup>

علاوه‌براین، بیماری‌های متابولیک استخوان مانند پوکی استخوان، بیماری پاژه و راشیتیس می‌توانند به تغییرات ساختاری استخوان که منجر به ناهنجاری می‌شود، کمک کنند و اغلب باعث ضعف کیفیت استخوان و بی‌ثباتی مفصل می‌شوند.<sup>(۱۸، ۱۹)</sup> هنگام درمان بیمارانی که دچار این بیماری‌ها هستند، مهم است که عوارض احتمالی ناشی از شکنندگی استخوان را در نظر گرفته شود، زیرا این عوارض ممکن است رویکرد جراحی را پیچیده کرده و نیاز به مراقبت ویژه در طول عمل داشته باشند.

## طبقه‌بندی

ناهنجاری‌های خارج مفصلی را می‌توان براساس محل آناتومیکی (ران، ساق پا یا ترکیبی)، جهت (واروس، والگوس، فلکشن، اکستنشن یا چرخشی) و شدت آن‌ها طبقه‌بندی کرد.<sup>(۱۰)</sup> شدت ناهنجاری معمولاً بر حسب درجه‌ی زاویه یا میلی‌متر جابه‌جایی از محور آناتومیک طبیعی اندازه‌گیری می‌شود. ناهنجاری‌های ران اغلب به صورت واروس یا والگوس در صفحه‌ی کروئال و فلکشن یا اکستنشن در صفحه‌ی ساجیتال طبقه‌بندی می‌شوند. ناهنجاری‌های ساق پا ممکن است به صورت واروس، والگوس یا چرخشی توصیف شوند. ناهنجاری‌های ترکیبی که شامل هر دو استخوان ران و ساق پا می‌شوند، پیچیدگی بیشتری دارند و ممکن است نیاز به برنامه‌ریزی و مداخله جراحی گسترده‌تری داشته باشند (تصویر ۱).<sup>(۲۰ و ۲۳)</sup>

## ارزیابی و برنامه‌ریزی قبل از عمل

ارزیابی کامل قبل از عمل برای دستیابی به نتایج موفقیت‌آمیز در TKA با ناهنجاری‌های خارج مفصلی ضروری است. این ارزیابی با یک تاریخچه کامل بیمار آغاز می‌شود، با تمرکز بر علت ناهنجاری، درمان‌ها یا جراحی‌های قبلی، و محدودیت‌های عملکردی و انتظارات بیمار.<sup>(۲۴-۲۱)</sup>

قابل تحمل تر هستند. مطالعات نشان می‌دهند که اصلاح داخل مفصلی برای ناهنجاری‌های صفحه‌ی سجیتال تا ۱۰ درجه‌ی فلکشن (پروکروآتوم) یا ۲۰ درجه‌ی اکستنشن (رکروآتوم) امکان‌پذیر است. ناهنجاری‌های بزرگ‌تر، به ویژه آن‌هایی که بیشتر از ۲۰ درجه هستند، معمولاً نیاز به استئوتومی اصلاحی قبل از TKA دارند<sup>(۳۳)</sup> (جدول ۱).

در موارد رکروآتوم، که شامل هایپیر اکستنشن زانو است، TKA می‌تواند به‌طور کلی تراز را بدون خطر ایجاد بریدگی در استخوان ران بازیابی کند. با این حال، ناهنجاری‌های پروکروآتوم، که باعث فلکشن بیش از حد می‌شوند، خطر بیشتری برای ایجاد بریدگی در استخوان ران در طول اصلاح دارند<sup>(۳۴)</sup>. برای ناهنجاری‌های ترکیبی کروئال و سجیتال، می‌توان از راه حل‌های پیچیده‌تر مانند فریم‌های هگزاپاد استفاده کرد که امکان اصلاح تدریجی در چندین صفحه را فراهم می‌کند<sup>(۳۴)</sup>.

### ناهنجاری‌های چرخشی

ناهنجاری‌های چرخشی، که اغلب در TKA نادیده گرفته می‌شوند، می‌توانند به‌طور قابل توجهی بر تراز و عملکرد مفصل زانو تأثیر بگذارند. این ناهنجاری‌ها اغلب از طریق ارزیابی بالینی راه رفتن و بررسی زاویه‌ی پیشرفت پا تشخیص داده می‌شوند. ناهنجاری‌های چرخشی ظریف نیز ممکن است با نیمه در رفتگی کشکک در رادیوگرافی ساده نشان داده شود. در صورت مشکوک بودن، تصویربرداری مقطعی، معمولاً سی‌تی اسکن، برای ارزیابی ورژن استخوان ران و تأیید درجه‌ی ناهنجاری چرخشی ضروری است<sup>(۳۵)</sup>.

اصلاح ناهنجاری‌های چرخشی در طول TKA می‌تواند چالش‌برانگیز باشد، زیرا این روش تنها امکان اصلاح جزئی ناهنجاری‌های محوری را فراهم می‌کند. بنابراین، اصلاح ناهنجاری‌های چرخشی قابل توجه معمولاً بهترین روش در یک مرحله‌ای قبل از TKA انجام می‌شود. این رویکرد عوارضی مانند ایجاد بریدگی بیش از حد در استخوان ران یا تراز نادرست در طول جراحی را کاهش می‌دهد و نتایج مطلوب را تضمین می‌کند<sup>(۳۳)</sup>.

در برخی موارد، فناوری چاپ سه‌بعدی ممکن است برای ایجاد مدل‌های بیمار خاص یا راهنماهای برش استفاده شود و دقت عمل جراحی را افزایش دهد<sup>(۲۷ و ۲۸)</sup>.

## انواع ناهنجاری‌ها

### ناهنجاری‌های صفحه‌ی کروئال

برنامه‌ریزی قبل از عمل برای TKA در بیمارانی که دچار ناهنجاری‌های خارج مفصلی در صفحه‌ی کروئال هستند، با تعیین درجه‌ی ناهنجاری و تأثیر آن بر تراز زانو آغاز می‌شود. در مواردی که ناهنجاری خفیف است و مرکز چرخش زاویه (CORA) دورتر از مفصل قرار دارد، اغلب می‌توان اصلاحات داخل مفصلی را انجام داد<sup>(۲۹-۳۱)</sup>. اگر ناهنجاری شدیدتر باشد یا CORA به مفصل زانو نزدیک‌تر باشد، ممکن است برای اصلاح کامل تراز قبل از انجام TKA به استئوتومی نیاز باشد<sup>(۲۰ و ۲۶ و ۳۲)</sup>. علاوه بر این، جراحان باید درگیر شدن اتصالات رباط جانبی را ارزیابی کنند تا اطمینان حاصل کنند که برش‌های انجام شده در طول TKA باعث اختلال در یکپارچگی رباطی نخواهد شد<sup>(۳۰ و ۳۱ و ۳۲)</sup>.

برای ناهنجاری‌هایی که بیش از ۲۰ درجه در استخوان ران یا ۳۰ درجه در ساق پا هستند، باید استئوتومی خارج مفصلی در نظر گرفته شود (جدول ۱). در این موارد، اصلاح باید قبل از TKA انجام شود، زیرا تنظیمات داخل مفصلی به تنهایی عملکرد صحیح زانو را باز نمی‌گرداند. شدت ناهنجاری و نزدیکی آن به مفصل باید با استفاده از تمپلیت‌های قبل از عمل و اندازه‌گیری‌های تصاویر رادیوگرافی با دقت ارزیابی شود<sup>(۲۰ و ۲۶ و ۲۹ و ۳۲)</sup>.

### ناهنجاری‌های صفحه‌ی ساجیتال

باید توجه کرد که ۷ نفر (۱۵/۶ درصد) از بیماران گروه شکستگی تحت ناهنجاری‌های صفحه‌ی سجیتال، مانند ناهنجاری‌های فلکشن یا اکستنشن، در طول TKA نسبت به ناهنجاری‌های صفحه‌ی کروئال

جدول ۱: اصلاح دفورمیتی‌های مختلف خارج مفصلی بر اساس محل در جراحی تعویض کامل مفصل زانو (TKA)

محل دفورمیتی	نوع دفورمیتی	زاویه‌ی قابل قبول برای اصلاح داخل مفصلی (درجه)	روش پیشنهادی برای اصلاح زاویه‌های بزرگ‌تر
استخوان ران	صفحه‌ی کروئال	تا ۲۰	>۲۰ استئوتومی خارج مفصلی
استخوان ران	صفحه‌ی ساژیتال	تا ۱۵	>۱۵ استئوتومی خارج مفصلی
استخوان درشت‌نی	صفحه‌ی کروئال	تا ۳۰	>۳۰ استئوتومی خارج مفصلی
استخوان درشت‌نی	صفحه‌ی ساژیتال	تا ۱۰	>۱۰ استئوتومی خارج مفصلی
دفورمیتی ترکیبی ران و درشت‌نی	صفحه‌ی کروئال	مجموعاً تا ۳۵	>۳۵ در نظر گرفتن اصلاح مرحله‌ای
دفورمیتی چرخشی	صفحه‌ی محوری	تا ۱۵	>۱۵ استئوتومی خارج مفصلی چرخشی (دروه‌تاسیونال)

## اختلاف طول اندام

اختلاف طول اندام (LLD) در بیمارانی که دچار ناهنجاری‌های خارج مفصلی هستند شایع است. در این موارد، اندام آسیب‌دیده اغلب کوتاه‌تر است. اختلاف طول اندام محسوس (۱۰ میلی‌متر و بیشتر) که باید قبل یا در طول TKA اصلاح شود. گزینه‌های جراحی شامل استفاده از میله‌های طویل‌کننده داخل مدولاری (ILN) برای اصلاح هم‌زمان ناهنجاری و اختلاف طول اندام است. اگرچه دستگاه‌ها می‌توانند بسته به سفتی میله و ساختار استخوان بیمار، باعث ایجاد ناهنجاری‌های واروس یا والگوس شوند. برنامه‌ریزی قبل از عمل باید به دقت زوایای اصلاح مورد نیاز و نتایج مورد انتظار از روش طویل شدن را ارزیابی کند. یک روش طویل شدن اندام موفق می‌تواند با بازگرداندن طول عملکردی اندام و اصلاح محور مکانیکی، نتایج بیمار را به میزان قابل توجهی بهبود بخشد.<sup>(۳۰)</sup>

## تکنیک‌های جراحی و ملاحظات

رویکرد جراحی به TKA در بیمارانی که دچار ناهنجاری‌های خارج مفصلی هستند، به ماهیت و شدت ناهنجاری، و همچنین تجربه و ترجیح جراح بستگی دارد. هدف اصلی دستیابی به یک زانوی پایدار و تراز شده با بافت‌های نرم متعادل و موقعیت‌دهی مناسب ایمپلنت است.<sup>(۳۶ و ۳۷)</sup>

## انواع اصلاح

### اصلاح داخل مفصلی

برای ناهنجاری‌های خارج مفصلی خفیف تا متوسط یا زمانی که ناهنجاری از مفصل دور است، اغلب می‌توان اصلاح را تنها از طریق تکنیک‌های داخل مفصلی انجام داد.<sup>(۳۷)</sup> نشانه‌های اصلاح داخل مفصلی معمولاً شامل موارد زیر است:

- ناهنجاری‌های سنجیتال تا ۲۰ درجه
- ناهنجاری‌های کروئال استخوان ران تا ۱۵-۲۰ درجه
- ناهنجاری‌های کروئال ساق پا تا ۳۰ درجه<sup>(۳۶، ۳۸)</sup>

این رویکرد شامل برداشتن دقیق استخوان و تعادل بافت نرم در داخل مفصل زانو است. اصل این است که شکاف‌های فلکشن و اکستنشن مستطیلی را ایجاد کنید که برابر و متقارن باشند، که ممکن است نیاز به برش‌های استخوان نامتقارن و رهاسازی انتخابی بافت نرم داشته باشد.<sup>(۳۶)</sup> به‌عنوان مثال، در موارد ناهنجاری واروس، این ممکن است شامل یک برش محافظه‌کارانه‌تر در فلات تیبیال داخلی همراه با رهاسازی بافت نرم خارجی باشد. برعکس، ناهنجاری‌های والگوس ممکن است نیاز به زیر برش کندیل فمورال خارجی و پیشرفت یا بازسازی بافت نرم داخلی داشته باشد.<sup>(۳۷)</sup> کلید دستیابی به تعادل بین تراز استخوانی و کشش بافت نرم است.<sup>(۳۶)</sup>

مزایای اصلاح داخل مفصلی عبارتند از:<sup>(۳۶)</sup>

- کمتر تهاجمی نسبت به استئوتومی
- روش تک مرحله‌ای
- از عوارض مرتبط با استئوتومی جلوگیری می‌کند

محدودیت‌ها:<sup>(۳۶، ۳۹، ۴۰)</sup>

- مناسب برای ناهنجاری‌های شدید نیست
- ممکن است نیاز به رهاسازی گسترده بافت نرم داشته باشد
- خطر عدم تعادل رباطی

بیمار خانم ۶۱ ساله‌ای با ناهنجاری متوسط زانوی چپ تحت عمل جراحی آرتروپلاستی کامل زانو قرار گرفت. (a تا c) بدشکلی‌های پیش از عمل در محدودی آستانه‌های مناسب برای اصلاح درون مفصلی بودند (۲۰ درجه یا کمتر در صفحه‌ی ساژیتال، ۱۵ تا ۲۰ درجه یا کمتر در صفحه‌ی کروئال فمور، یا ۳۰ درجه یا کمتر در صفحه‌ی کروئال تیبیا). (d و e) تصاویر پس از عمل، بازسازی موفقیت‌آمیز محور مکانیکی را با استفاده از رزکسیون‌های انتخابی استخوان و بالانس بافت نرم نشان می‌دهند که به دستیابی به فواصل فلکشن - اکستنشن متقارن و مستطیلی منجر شده و نیاز به استئوتومی را مرتفع کرده است.

### اصلاح خارج مفصلی

برای ناهنجاری‌های شدیدتر، یا زمانی که اصلاح داخل مفصلی ممکن است به رباط‌های جانبی آسیب برساند یا منجر به برداشتن بیش از حد استخوان شود، ممکن است اصلاح خارج مفصلی ضروری باشد.<sup>(۳۶، ۳۹)</sup> این معمولاً شامل استئوتومی استخوان ران یا ساق پا برای اصلاح ناهنجاری قبل یا در طول عمل TKA است. استئوتومی‌های فمورال را می‌توان در سطوح مختلف انجام داد، که به محل و ماهیت ناهنجاری بستگی دارد. استئوتومی‌های دیستال فمورال برای اصلاح ناهنجاری‌های واروس یا والگوس نزدیک به مفصل زانو رایج هستند، در حالی که ممکن است برای ناهنجاری‌های نزدیک‌تر به مفصل ران به استئوتومی‌های پروگزیمال‌تر نیاز باشد. استئوتومی‌های تیبیال معمولاً در تیبیای پروگزیمال انجام می‌شوند و می‌توانند ناهنجاری‌های واروس، والگوس یا چرخشی را برطرف کنند.<sup>(۳۶)</sup> استئوتومی‌ها را می‌توان به‌عنوان یک روش مرحله‌ای یا هم‌زمان با TKA انجام داد. تصمیم بین روش‌های مرحله‌ای و هم‌زمان به عوامل مختلفی از جمله شدت ناهنجاری، پیچیدگی اصلاح مورد نیاز و تجربه جراح بستگی دارد.<sup>(۳۳ و ۳۶)</sup> روش‌های مرحله‌ای به بهبود محل استئوتومی قبل از TKA اجازه می‌دهند اما نیاز به دو جراحی جداگانه دارند.<sup>(۳۳)</sup> روش‌های هم‌زمان ممکن است چالش‌برانگیزتر باشند اما مزیت یک مداخله جراحی و دوره بهبودی واحد را دارند.<sup>(۳۶)</sup>

مزایا:<sup>(۳۶)</sup>

- امکان اصلاح واقعی ناهنجاری‌های شدید
- می‌تواند شلی طبیعی زانو و محور کلی اندام تحتانی را بازسازی کند
- مناسب برای ناهنجاری‌های نزدیک به مفصل

معایب:<sup>(۳۶)</sup>

### محافظت عصبی عروقی

هنگام انجام جراحی بر روی بیمارانی که دچار ناهنجاری‌های خارج مفصلی هستند، به ویژه کسانی که نیاز به استئوتومی دارند، خطر آسیب به ساختارهای عصبی عروقی افزایش می‌یابد.<sup>(۳۳، ۳۴)</sup> عصب پروئیتال، به ویژه، در هنگام برش‌های استخوانی قابل توجه در ساق پا یا استخوان ران آسیب‌پذیر است. ارزیابی قبل از عمل ساختارهای عصبی عروقی برای کاهش خطرات در طول جراحی بسیار مهم است. جراحان باید برای عوارض احتمالی مانند فلج عصب، به ویژه در صورت نیاز به اصلاحات ناهنجاری بزرگ یا سریع، آماده باشند.<sup>(۳۳)</sup>

هنگام اصلاح ناهنجاری‌های چند صفحه‌ای، فیکساتورهای خارجی مانند فریم‌های هگزاپاد مفید هستند زیرا به اصلاح تدریجی اجازه می‌دهند، که به جلوگیری از کشش حاد بافت نرم و کاهش خطر آسیب عصبی کمک می‌کند. نظارت دقیق پس از عمل ضروری است و بیماران باید به‌طور کامل در مورد خطرات آسیب عصبی و علائم عوارض آموزش داده شوند.<sup>(۳۴)</sup>

### خطر عفونت

عفونت همچنان یکی از نگرانی‌های اصلی برای بیمارانی است که تحت عمل TKA قرار می‌گیرند، به ویژه در افرادی که قبلاً تحت عمل جراحی مانند استئوتومی یا فیکساتور خارجی قرار گرفته‌اند. استفاده از فیکساتورهای خارجی خطر عفونت در محل پین‌ها را افزایش می‌دهد که ممکن است به مفصل یا استخوان زیرین گسترش یابد. بنابراین، یک ارزیابی دقیق قبل از عمل برای عفونت ضروری است، از جمله نشانگرهای التهابی و اسپیراسیون مفصل در صورت لزوم.<sup>(۳۶)</sup>

در مواردی که ایمپلنت قبلی وجود دارد، جراحان باید قبل از ادامه آرتروپلاستی، به دقت هرگونه علائم عفونت عمیق را ارزیابی کنند. اقدامات پیشگیرانه، مانند آنتی‌بیوتیک‌ها، باید به‌طور مناسب استفاده شوند.<sup>(۳)</sup>

### TKA کامپیوتری و روباتیک

تکنولوژی‌های پیشرفته مانند ناوبری کامپیوتری و جراحی کمکی روباتیک، نویدبخش بهبود دقت و صحت در TKA، به‌ویژه در موارد ناهنجاری خارج مفصلی هستند. این فناوری‌ها می‌توانند در دستیابی به برش‌های استخوانی دقیق‌تر، بهینه‌سازی موقعیت ایمپلنت و تعادل بافت‌های نرم کمک کنند. سیستم‌های ناوبری کامپیوتری بازخورد بلادرنگ در مورد تراز اندام و موقعیت اجزای ایمپلنت ارائه می‌دهند، که امکان تنظیمات داخل عملی را فراهم می‌کنند.<sup>(۳۰، ۳۵، ۴۴-۴۷)</sup> سیستم‌های کمکی روباتیک مزیت اضافی بازخورد لمسی را ارائه می‌دهند و می‌توانند برش‌های استخوانی دقیقی را براساس برنامه‌ریزی قبل از عمل اجرا

- روش تهاجمی‌تر
- خطر بالای عوارض
- ممکن است نیاز به رویکرد مرحله‌ای داشته باشد

### انتخاب و قرارگیری ایمپلنت

انتخاب صحیح ایمپلنت در TKA با ناهنجاری‌های خارج مفصلی بسیار مهم است.<sup>(۳۷، ۴۱)</sup> درحالی‌که ممکن است در برخی موارد ایمپلنت‌های استاندارد کافی باشند، برخی دیگر ممکن است به طرح‌های محدودتر یا استفاده از افزونه‌ها و اکستنشن‌های ساقه نیاز داشته باشند.<sup>(۳۹، ۴۱)</sup> سطح محدودیت باید با دقت در نظر گرفته شود، به گونه‌ای که تعادل بین نیاز به ثبات، حفظ ذخیره استخوانی و پتانسیل اصلاحات آینده برقرار شود. قرارگیری ایمپلنت در حضور ناهنجاری‌های خارج مفصلی می‌تواند چالش‌برانگیز باشد. هدف دستیابی به تراز کلی اندام درحالی‌که خط مفصل حفظ می‌شود و ردیابی مناسب پاتلو فمورال را تضمین می‌کند.<sup>(۳۹)</sup> این ممکن است شامل سازش بین اصول تراز آناتومیک و مکانیکی باشد، به ویژه در مواردی که اصلاح کامل ناهنجاری خارج مفصلی امکان‌پذیر یا مطلوب نباشد.<sup>(۴۱ و ۴۲)</sup>



تصویر ۲: اصلاح داخل مفصلی ناهنجاری متوسط خارج مفصلی حین آرتروپلاستی کامل زانو

در موارد ناهنجاری شدید یا کیفیت استخوان ضعیف، ممکن است استفاده از ایمپلنت‌های ساقه‌دار و افزونه‌ها ضروری باشد.<sup>(۳۹، ۴۱)</sup> ساقه‌ها می‌توانند با گسترش تثبیت به دیافیز استخوان، ثبات بیشتری فراهم کنند. افزونه‌ها، مانند بلوک‌های فلزی یا گوه‌ها، می‌توانند به رفع نقص‌های استخوانی و دستیابی به تراز مناسب بدون برداشتن بیش از حد استخوان کمک کنند.<sup>(۴۱)</sup>

### ناهنجاری‌های تیبیال

ناهنجاری‌های تیبیال معمولاً در صفحه‌ی کروئال به صورت زاویه‌ی واروس یا والگوس دیده می‌شوند. ناهنجاری‌های خفیف تا متوسط اغلب می‌توانند از طریق تکنیک‌های داخل مفصلی، از جمله برش استخوان نامتقارن و تعادل بافت نرم، اصلاح شوند.<sup>(۵۱، ۳۹)</sup> ناهنجاری‌های شدیدتر ممکن است نیاز به استئوتومی تیبیال پروگزیمال داشته باشند که می‌تواند هم‌زمان با TKA یا به‌عنوان یک روش مرحله‌ای انجام شود.<sup>(۵۲)</sup>

(۵۳)

ناهنجاری‌های چرخشی تیبیا می‌توانند بر ردیابی کشکک و عملکرد کلی زانو تأثیر بگذارند. اصلاح پیچش تیبیال قابل‌توجه معمولاً نیاز به استئوتومی چرخشی دارد که اغلب در سطح سوپرامالولار انجام می‌شود تا از به خطر انداختن تیبیای پروگزیمال برای تثبیت ایمپلنت جلوگیری شود.<sup>(۵۴)</sup>

قوس قدامی یا خلفی تیبیا در صفحه‌ی سجیتال می‌تواند بر موقعیت ایمپلنت و تراز کلی اندام تأثیر بگذارد. در برخی موارد، این ممکن است نیاز به استفاده از اکستنشن‌های ساقه جبران‌کننده یا حتی استئوتومی تیبیال برای دستیابی به تراز مناسب و تناسب ایمپلنت داشته باشد.<sup>(۵۲)</sup>



تصویر ۳: شکل ۳. اصلاح درون‌مفصلی ناهنجاری خارج‌مفصلی فمور حین آرتروپلاستی کامل زانو

### ناهنجاری‌های ترکیبی

بیمارانی که دچار ناهنجاری‌های ترکیبی فمورال و تیبیال هستند، بزرگترین چالش را در TKA دارند.<sup>(۲۰)</sup> این موارد نیاز به برنامه‌ریزی دقیق قبل از عمل برای تعیین استراتژی اصلاح بهینه دارند.<sup>(۳۹)</sup> در برخی موارد، اصلاح یک ناهنجاری (مثلاً فمورال) ممکن است به اندازه کافی تراز کلی اندام را بهبود بخشد، و نیازی به اصلاح دیگری (مثلاً تیبیال) نباشد.<sup>(۲۰)</sup> با این حال، در موارد شدید، ممکن است هر دو اصلاح فمورال و تیبیال ضروری باشد.<sup>(۵۵ و ۵۶)</sup>

کنند.<sup>(۴۸-۵۰)</sup> در حالی که این فناوری‌ها مزایای بالقوه‌ای را نشان می‌دهند، محدودیت‌هایی از جمله افزایش زمان عمل، منحنی یادگیری و هزینه نیز دارند. نقش آن‌ها در TKA برای ناهنجاری‌های خارج مفصلی همچنان در حال تکامل است و مطالعات نتیجه بلندمدت برای تأیید کامل اثربخشی آن‌ها مورد نیاز است.

### مدیریت ناهنجاری‌های خاص

#### ناهنجاری‌های فمورال

ناهنجاری‌های فمورال می‌توانند در صفحات مختلف ظاهر شوند و اغلب نیاز به ترکیبی از تکنیک‌ها برای اصلاح دارند.<sup>(۴۳)</sup> ناهنجاری‌های واروس و والگوس در صفحه‌ی کروئال ممکن است با برش استخوان داخل مفصلی دقیق و تعادل بافت نرم، اگر خفیف تا متوسط باشد، برطرف شود.<sup>(۶)</sup> ناهنجاری‌های شدیدتر ممکن است نیاز به استئوتومی فمورال، دیستال یا پروگزیمال، بسته به راس ناهنجاری، داشته باشد.<sup>(۳۹)</sup>

ناهنجاری‌های چرخشی فمورال می‌توانند به‌طور قابل‌توجهی بر مکانیک پاتلو فمورال و سینماتیک کلی زانو تأثیر بگذارند. اصلاح این ناهنجاری‌ها اغلب نیاز به استئوتومی چرخشی دارد که می‌تواند در فمور دیستال یا پروگزیمال انجام شود. میزان اصلاح مورد نیاز باید با دقت قبل از عمل با استفاده از سی‌تی اسکن برای ارزیابی آنتروورژن فمورال برنامه‌ریزی شود.<sup>(۴۶)</sup>

ناهنجاری‌های فلکشن یا اکستنشن در صفحه‌ی سجیتال می‌توانند به ویژه چالش‌برانگیز باشند. ناهنجاری‌های خفیف فلکشن اغلب می‌توانند با رهاسازی دقیق بافت نرم و برش استخوان مناسب برطرف شوند. با این حال، ناهنجاری‌های فلکشن ثابت شدید ممکن است نیاز به رهاسازی گسترده‌تر بافت نرم یا حتی استئوتومی فمورال برای دستیابی به اکستنشن کامل داشته باشند. تأثیر عملکردی ناهنجاری بر راستای اندام بیشتر به مکان آن بستگی دارد تا میزان زاویه‌ی آن، برای مثال، ناهنجاری‌های میانی استخوان ران، محور مکانیکی را تقریباً ۵۰ درصد تغییر می‌دهند که اهمیت مکان و شدت را در برنامه‌ریزی جراحی برجسته می‌کند (تصویر ۳).<sup>(۳۹)</sup>

مردی ۶۹ ساله با بدشکلی خارج‌مفصلی شدید در قسمت پروگزیمال فمور راست تحت عمل آرتروپلاستی کامل زانو (TKA) قرار گرفت. (a تا d) تصاویر پیش از عمل، بدراستی مارک وروس را نشان دادند که از قسمت فوقانی فمور، بالاتر از مفصل زانو، منشأ می‌گرفت. با توجه به مکان بدشکلی، تأثیر آن بر محور مکانیکی کلی در جهت دیستال کاهش می‌یافت، که آن را برای اصلاح درون‌مفصلی حین TKA مناسب می‌ساخت. (e و f) رادیوگرافی‌های پس از عمل، راستاسازی موفقیت‌آمیز اندام و قرارگیری ایمن پروتز را تأیید کردند که همگی در یک مداخله جراحی یک‌مرحله‌ای به دست آمدند.

عملکرد و کیفیت زندگی پس از این روش‌ها را گزارش کرده‌اند.<sup>(۴۱ و ۵۱)</sup>

(۶۱-۵۸)

باین‌حال، مهم است توجه داشته باشید که نتایج ممکن است در مقایسه با TKA اولیه در بیمارانی که فاقد ناهنجاری‌های خارج مفصلی هستند، متغیرتر باشد و انتظارات بیمار باید بر این اساس مدیریت شود.<sup>(۴۵ و ۶۱ و ۶۲)</sup>

نتایج عملکردی، همانطور که با دامنه حرکت و نمرات استاندارد زانو اندازه‌گیری می‌شود، معمولاً پس از عمل بهبود قابل‌توجهی نشان می‌دهد.<sup>(۶۳ و ۶۴)</sup> باین‌حال، بیمارانی که دارای ناهنجاری‌های شدید قبل از عمل هستند یا کسانی که نیاز به رهاسازی‌های گسترده بافت نرم دارند، ممکن است پیشرفت محدودتری در دامنه حرکت داشته باشند.<sup>(۲۹ و ۳۰ و ۶۵)</sup>

اندازه‌گیری‌های نتیجه گزارش شده توسط بیمار معمولاً سطوح بالایی از رضایت، به ویژه از نظر تسکین درد و بهبود تحرک، را نشان می‌دهند.<sup>(۲۰ و ۴۸ و ۶۵)</sup>

نتایج رادیوگرافی بر دستیابی و حفظ تراز مناسب اندام و موقعیت ایمپلنت تمرکز دارد. درحالی‌که ممکن است همیشه دستیابی به تراز مکانیکی کامل در موارد ناهنجاری خارج مفصلی شدید امکان‌پذیر یا مطلوب نباشد، هدف بهینه‌سازی عملکرد کلی اندام و طول عمر ایمپلنت است.

عوارض پس از TKA با اصلاح ناهنجاری‌های خارج مفصلی ممکن است در مقایسه با TKA استاندارد بیشتر و شدیدتر باشد. این موارد ممکن است شامل موارد زیر باشد:

- عفونت: خطر عفونت ممکن است به دلیل زمان‌های عمل طولانی‌تر و تشریح بافت نرم گسترده‌تر افزایش یابد.<sup>(۵۴ و ۵۶)</sup>
- بی‌ثباتی: دستیابی به تعادل مناسب بافت نرم در حضور ناهنجاری‌های خارج مفصلی می‌تواند چالش‌برانگیز باشد و ممکن است منجر به بی‌ثباتی شود.<sup>(۵۴ و ۶۲)</sup>
- شکستگی پری پروتز: بیمارانی که دارای کیفیت استخوان ضعیف هستند یا تحت استئوتومی هم‌زمان قرار می‌گیرند ممکن است در معرض خطر بالای شکستگی پری پروتز باشند.<sup>(۶۶ و ۶۷)</sup>
- آسیب‌های عصبی عروقی: اصلاح ناهنجاری‌های شدید می‌تواند ساختارهای عصبی عروقی را در معرض خطر قرار دهد، به ویژه در موارد ناهنجاری‌های والگوس طولانی مدت که عصب پروئال ممکن است آسیب‌پذیر باشد.<sup>(۶۸ و ۶۹)</sup>
- شکست ایمپلنت: موقعیت نامناسب ایمپلنت یا نیروهای بیومکانیکی غیر طبیعی مداوم ممکن است منجر به شل شدن زود هنگام ایمپلنت یا شکست آن شود.<sup>(۴ و ۴۴)</sup>
- عود ناهنجاری: در برخی موارد، به ویژه با اصلاح ناقص یا در بیمارانی که دارای بیماری‌های متابولیک استخوان هستند، ممکن است خطر عود ناهنجاری در طول زمان وجود داشته باشد.<sup>(۷۰ و ۷۵)</sup>

ترتیب اصلاح در ناهنجاری‌های ترکیبی بسیار مهم است. به‌طور کلی، ابتدا ناهنجاری پروگزیمال‌تر برطرف می‌شود، زیرا این می‌تواند بر تراز بخش‌های دیستال‌تر تأثیر بگذارد.<sup>(۴۹)</sup> باین‌حال، رویکرد خاص باید با توجه به آناتومی و نیازهای عملکردی منحصر به فرد هر بیمار تنظیم شود.<sup>(۳۹)</sup>

در موارد ناهنجاری‌های چند صفحه‌ای، استفاده از فیکساتورهای خارجی هگزپاد برای اصلاح تدریجی قبل از TKA ممکن است در نظر گرفته شود. این رویکرد امکان اصلاح دقیق ناهنجاری‌های پیچیده را فراهم می‌کند و می‌تواند به ویژه در مواردی مفید باشد که اصلاح حاد ساختارهای عصبی عروقی را در معرض خطر قرار دهد.<sup>(۳۴)</sup>

## مدیریت پس از عمل و توان بخشی

مدیریت پس از عمل بیمارانی که تحت TKA با اصلاح ناهنجاری‌های خارج مفصلی قرار می‌گیرند، بسیاری از اصول TKA استاندارد را با برخی ملاحظات مهم دنبال می‌کند.<sup>(۵)</sup> مدیریت درد بسیار مهم است و پروتکل‌های چندوجهی برای تسهیل تحرک زود هنگام و توان بخشی به کار گرفته می‌شوند.<sup>(۳۶ و ۴۶)</sup>

تحرک زود هنگام برای جلوگیری از سفتی و ارتقای قدرت عضلانی و عملکرد مفصل تشویق می‌شود. باین‌حال، در مواردی که استئوتومی انجام شده است، ممکن است محدودیت‌های تحمل وزن برای اجازه بهبود استخوان لازم باشد. پروتکل توان بخشی خاص باید با توجه به بیمار خاص، با در نظر گرفتن ماهیت اصلاح ناهنجاری و هرگونه روش اضافی انجام شده، تنظیم شود.

فیزیوتراپی نقش حیاتی در روند بهبودی ایفا می‌کند. تمرکز اولیه بر بازگرداندن دامنه حرکتی، به ویژه در مواردی که رهاسازی‌های گسترده بافت نرم یا استئوتومی انجام شده است، است. با پیشرفت بهبودی، تأکید بر تمرینات تقویتی و تمرین راه رفتن است. بیمارانی که ناهنجاری‌های طولانی مدت دارند ممکن است برای غلبه بر الگوهای حرکتی ریشه‌دار و بهینه سازی تراز بیومکانیکی جدید خود به توان بخشی طولانی مدت نیاز داشته باشند.<sup>(۳۷)</sup>

پیگیری طولانی مدت برای بیمارانی که تحت TKA با اصلاح ناهنجاری‌های خارج مفصلی قرار گرفته‌اند ضروری است. ارزیابی‌های بالینی و رادیوگرافی منظم برای نظارت بر موقعیت ایمپلنت، بهبود استخوان (در موارد استئوتومی) و تراز کلی اندام ضروری است.<sup>(۵۷)</sup> هر گونه علائم بی‌ثباتی، ناهنجاری یا شل شدن ایمپلنت باید به سرعت برای جلوگیری از عوارض جدی‌تر برطرف شود.<sup>(۳۶)</sup>

## نتایج و عوارض

نتایج TKA در بیمارانی که دچار ناهنجاری‌های خارج مفصلی هستند، در صورت استفاده از تکنیک‌های جراحی مناسب، می‌تواند بسیار رضایت بخش باشد.<sup>(۳۹ و ۴۷)</sup> بسیاری از مطالعات بهبود قابل توجهی در درد،

## تقدیر و تشکر

نویسندگان مایل هستند قدردانی صمیمانه‌ی خود را از تمامی همکاران و استادانی که با تخصص و حمایت خود در تهیه‌ی این مقاله همکاری کردند ابراز کنند.

## منابع

1. Franzoni S, Rossi SMP, Cassinadri A, Sangaletti R, Benazzo F. Perioperative pain management in total knee arthroplasty: a narrative review of current multimodal analgesia protocols. *Appl Sci*. 2023; 13(6): 3798. doi: [10.3390/app13063798](https://doi.org/10.3390/app13063798).
2. González-Sánchez-de-Tejada M, Quintana JM, Arenaza JC, Azcarate-Garitano JR, Esnaola-Guisasola PM, García-Sánchez I, Bager-Antonio A, Bilbao-González A. Long-term health related quality of life in total knee arthroplasty. *BMC Musculoskelet Disord*. 2023 Apr 25; 24(1): 327. doi: [10.1186/s12891-023-06399-6](https://doi.org/10.1186/s12891-023-06399-6). PMID: 37098518; PMCID: PMC10127408.
3. Rajgopal A, Vasdev A, Dahiya V, Tyagi VC, Gupta H. Total knee arthroplasty in extra articular deformities: A series of 36 knees. *Indian J Orthop*. 2013 Jan; 47(1): 35-9. doi: [10.4103/0019-5413.106893](https://doi.org/10.4103/0019-5413.106893). PMID: 23532339; PMCID: PMC3601231.
4. Meng C, Yang S, Zhang Y, Yang L, Shi H, Xu Y, Li C. Simulation of osteotomy in total knee arthroplasty with femoral extra-articular deformity assisted by artificial intelligence: a study based on three-dimensional models. *J Orthop Surg Res*. 2024 Oct 10; 19(1): 641. doi: [10.1186/s13018-024-05126-8](https://doi.org/10.1186/s13018-024-05126-8). PMID: 39385180; PMCID: PMC11465894.
5. Sculco PK, Kahlenberg CA, Fragomen AT, Rozbruch SR. Management of Extra-articular Deformity in the Setting of Total Knee Arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg*. 2019 Sep 15; 27(18): e819-e830. doi: [10.5435/JAAOS-D-18-00361](https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-18-00361). PMID: 30624304.
6. Vedoya SP, Sel HD. Total knee arthroplasty and extra-articular deformity: Deformity correction with intra-articular bone resections. 10 years follow up. *J Orthop*. 2021 Jan 30; 23: 219-224. doi: [10.1016/j.jor.2021.01.007](https://doi.org/10.1016/j.jor.2021.01.007). PMID: 33642818; PMCID: PMC7887331.
7. Paley D. Principles of deformity correction. 2nd ed. Berlin: Springer; 2014.
8. Krettek C, Miclau T, Grün O, Schandelmaier P, Tschernhe H. Intraoperative control of axes, rotation and length in femoral and tibial fractures. Technical note. *Injury*. 1998; 29 Suppl 3: C29-39. doi: [10.1016/s0020-1383\(98\)95006-9](https://doi.org/10.1016/s0020-1383(98)95006-9). PMID: 10341895.
9. Kettelkamp DB, Hillberry BM, Murrish DE, Heck DA. Degenerative arthritis of the knee secondary to fracture malunion. *Clin Orthop Relat Res*. 1988 Sep; (234): 159-69. PMID: 3409571.
10. Tetsworth K, Paley D. Malalignment and degenerative arthropathy. *Orthop Clin North Am*. 1994 Jul; 25(3): 367-77. PMID: [8028880](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8028880/).
11. Brouwer GM, van Tol AW, Bergink AP, Belo JN, Bernsen RM, Reijman M, Pols HA, Bierma-Zeinstra SM. Association between valgus and varus alignment and the development and progression of radiographic osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum*. 2007 Apr;

برنامه‌ریزی دقیق قبل از عمل، تکنیک جراحی دقیق و مدیریت دقیق پس از عمل برای به حداقل رساندن این خطرات و بهینه‌سازی نتایج ضروری است.

## جهت‌های آینده TKA برای ناهنجاری‌های خارج

زمینه TKA برای ناهنجاری‌های خارج مفصلی با پیشرفت تکنیک‌ها و فناوری‌های جراحی به سرعت در حال تکامل است. یکی از پیشرفت‌های امیدوارکننده، ادغام مداوم رویکردهای تراز سینماتیکی است که به دنبال بازگرداندن سینماتیک زانوی طبیعی بیمار به جای صرفاً هدف قرار دادن تراز مکانیکی استاندارد است. این روش‌ها ممکن است نتایج عملکردی را، به ویژه در بیمارانی با ناهنجاری‌های پیچیده، بهبود بخشد. تحقیقات بیشتر در مورد استفاده از مدل‌سازی سه‌بعدی و ابزار دقیق بیمار-محور برای برنامه‌ریزی قبل از عمل می‌تواند منجر به رویکردهای جراحی شخصی‌تر، بهینه‌سازی تراز و کاهش عوارض شود. علاوه بر این، نقش هوش مصنوعی (AI) در جراحی در حال گسترش است. الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند در برنامه‌ریزی قبل از عمل با تجزیه و تحلیل مجموعه داده‌های بزرگ، پیش‌بینی نتایج جراحی و اصلاح دقت قرارگیری ایمپلنت کمک کنند<sup>(۴، ۷)</sup>. این پیشرفت‌ها نویدبخش کاهش خطاهای جراحی و بهبود نتایج بلندمدت هستند.

## خلاصه

مدیریت ناهنجاری‌های خارج مفصلی در TKA نیازمند برنامه‌ریزی دقیق، تصویربرداری پیشرفته و رویکرد چند رشته‌ای است. ارزیابی کامل قبل از عمل با استفاده از رادیوگرافی‌های تمام قد و سایر تکنیک‌های تصویربرداری به تعیین رویکرد جراحی مناسب کمک می‌کند. جراحان باید آماده انجام اصلاحات داخل مفصلی یا استئوتومی‌های خارج مفصلی براساس شدت و محل ناهنجاری‌ها باشند. پیشرفت‌های فناوری، مانند ناوبری کامپیوتری و سیستم‌های روباتیک، پتانسیل بهبود دقت جراحی و نتایج را دارند، اگرچه اجرای آن‌ها در حال حاضر محدود به هزینه و نیازهای آموزشی است.

عوارض پس از عمل، از جمله ناهنجاری باقیمانده، عدم تعادل رباطی و آسیب عصبی، باید با دقت مدیریت شوند. اقدامات پیشگیرانه، مانند ارزیابی‌های عصبی عروقی قبل از عمل و کنترل عفونت، برای به حداقل رساندن خطرات ضروری هستند. با ادامه تکامل این حوزه، نوآوری‌های جدید در ایمپلنت‌های شخصی‌سازی شده و برنامه‌ریزی قبل از عمل مبتنی بر هوش مصنوعی ممکن است مدیریت ناهنجاری‌های خارج مفصلی در TKA را بیشتر بهبود بخشد و در نهایت منجر به نتایج بهتر بیمار شود.

## تعارض منافع

نویسندگان عنوان می‌دارند هیچ گونه تعارض منافی ندارند.

- Sep; 87 Suppl 1(Pt 2): 271-84. doi: [10.2106/JBJS.E.00308](https://doi.org/10.2106/JBJS.E.00308). PMID: 16140800.
24. Ritter MA, Berend ME, Meding JB, Keating EM, Faris PM, Crites BM. Long-term followup of anatomic graduated components posterior cruciate-retaining total knee replacement. *Clin Orthop Relat Res.* 2001 Jul; (388): 51-7. doi: [10.1097/00003086-200107000-00009](https://doi.org/10.1097/00003086-200107000-00009). PMID: 11451132.
  25. Brouwer GM, van Tol AW, Bergink AP, Belo JN, Bensen RM, Reijman M, Pols HA, Bierma-Zeinstra SM. Association between valgus and varus alignment and the development and progression of radiographic osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum.* 2007 Apr; 56(4): 1204-11. doi: [10.1002/art.22515](https://doi.org/10.1002/art.22515). PMID: 17393449.
  26. Tanzer M, Makhdom AM. Preoperative Planning in Primary Total Knee Arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg.* 2016 Apr; 24(4): 220-30. doi: [10.5435/JAAOS-D-14-00332](https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-14-00332). PMID: 26990712.
  27. Parratte S, Van Overschelde P, Bandi M, Ozturk BY, Batailler C. An anatomo-functional implant positioning technique with robotic assistance for primary TKA allows the restoration of the native knee alignment and a natural functional ligament pattern, with a faster recovery at 6 months compared to an adjusted mechanical technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2023 Apr; 31(4): 1334-1346. doi: [10.1007/s00167-022-06995-4](https://doi.org/10.1007/s00167-022-06995-4). Epub 2022 May 13. PMID: 35552475.
  28. Sathikumar AS, Jacob G, Varghese J, Mathew V. Total Knee Arthroplasty in Paget's Disease using 3D-Printed Patient-Specific Femoral Jig - A Case Report. *J Orthop Case Rep.* 2023 Aug; 13(8): 84-88. doi: [10.13107/jocr.2023.v13.i08.3826](https://doi.org/10.13107/jocr.2023.v13.i08.3826). PMID: 37654769; PMCID: PMC10465753.
  29. Beckers G, Kiss MO, Massé V, Malavolta M, Vendittoli PA. Personalized total knee arthroplasty in patients with extra-articular deformities. *EFORT Open Rev.* 2024 Jul 1; 9(7): 646-657. doi: [10.1530/EOR-23-0215](https://doi.org/10.1530/EOR-23-0215). PMID: 38949174; PMCID: PMC11297404.
  30. Catani F, Digennaro V, Ensini A, Leardini A, Giannini S. Navigation-assisted total knee arthroplasty in knees with osteoarthritis due to extra-articular deformity. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012 Mar; 20(3): 546-51. doi: [10.1007/s00167-011-1602-1](https://doi.org/10.1007/s00167-011-1602-1). Epub 2011 Jul 29. PMID: 21800169.
  31. Veltman ES, van Wensen RJA, Defoort KC, van Hellemond GG, Wymenga AB. Single-stage total knee arthroplasty and osteotomy as treatment of secondary osteoarthritis with severe coronal deviation of joint surface due to extra-articular deformity. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017 Sep; 25(9): 2835-2840. doi: [10.1007/s00167-015-3889-9](https://doi.org/10.1007/s00167-015-3889-9). Epub 2015 Dec 12. PMID: 26658561.
  32. Bagaria V, Kulkarni RV, Sadigale OS, Sahu D, Parvizi J, Thienpont E. Varus Knee Deformity Classification Based on Degree and Extra- or Intra-Articular Location of Coronal Deformity and Osteoarthritis Grade. *JBJS Rev.* 2021 Oct 25; 9(10). doi: [10.2106/JBJS.RVW.20.00296](https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.20.00296). PMID: 34695035.
  33. Wallace SJ, Greenstein MD, Fragomen AT, Reif TJ, Rozbruch SR. Staged Extra-Articular Deformity Correction in the Setting of Total Knee Arthroplasty. *Arthroplast Today.* 2023 Nov 9; 24: 101247. doi: [10.1016/j.artd.2023.101247](https://doi.org/10.1016/j.artd.2023.101247). PMID: 38023645; PMCID: PMC10663752.
  - 56(4): 1204-11. doi: [10.1002/art.22515](https://doi.org/10.1002/art.22515). PMID: 17393449.
  12. Sharma L, Song J, Felson DT, Cahue S, Shamiyeh E, Dunlop DD. The role of knee alignment in disease progression and functional decline in knee osteoarthritis. *JAMA.* 2001 Jul 11; 286(2): 188-95. doi: [10.1001/jama.286.2.188](https://doi.org/10.1001/jama.286.2.188). Erratum in: *JAMA* 2001 Aug 15;286(7):792. PMID: 11448282.
  13. Cerejo R, Dunlop DD, Cahue S, Channin D, Song J, Sharma L. The influence of alignment on risk of knee osteoarthritis progression according to baseline stage of disease. *Arthritis Rheum.* 2002 Oct; 46(10): 2632-6. doi: [10.1002/art.10530](https://doi.org/10.1002/art.10530). PMID: 12384921.
  14. Felson DT, Niu J, Gross KD, Englund M, Sharma L, Cooke TD, Guermazi A, Roemer FW, Segal N, Goggins JM, Lewis CE, Eaton C, Nevitt MC. Valgus malalignment is a risk factor for lateral knee osteoarthritis incidence and progression: findings from the Multicenter Osteoarthritis Study and the Osteoarthritis Initiative. *Arthritis Rheum.* 2013 Feb; 65(2): 355-62. doi: [10.1002/art.37726](https://doi.org/10.1002/art.37726). PMID: 23203672; PMCID: PMC3558618.
  15. Sharma L, Song J, Dunlop D, Felson D, Lewis CE, Segal N, Torner J, Cooke TD, Hietpas J, Lynch J, Nevitt M. Varus and valgus alignment and incident and progressive knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis.* 2010 Nov; 69(11): 1940-5. doi: [10.1136/ard.2010.129742](https://doi.org/10.1136/ard.2010.129742). Epub 2010 May 28. PMID: 20511608; PMCID: PMC2994600.
  16. Tanamas S, Hanna FS, Cicuttini FM, Wluka AE, Berry P, Urquhart DM. Does knee malalignment increase the risk of development and progression of knee osteoarthritis? A systematic review. *Arthritis Rheum.* 2009 Apr 15; 61(4): 459-67. doi: [10.1002/art.24336](https://doi.org/10.1002/art.24336). PMID: 19333985.
  17. Paley D, Herzenberg JE, Tetsworth K, McKie J, Bhava A. Deformity planning for frontal and sagittal plane corrective osteotomies. *Orthop Clin North Am.* 1994 Jul; 25(3): 425-65. PMID: [8028886](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8028886/).
  18. Mullaji A, Shetty GM. Computer-assisted total knee arthroplasty for arthritis with extra-articular deformity. *J Arthroplasty.* 2009 Dec; 24(8): 1164-9.e1. doi: [10.1016/j.arth.2009.05.005](https://doi.org/10.1016/j.arth.2009.05.005). Epub 2009 Jul 4. PMID: 19577897.
  19. Singer FR, Bone HG 3rd, Hosking DJ, Lyles KW, Murad MH, Reid IR, Siris ES; Endocrine Society. Paget's disease of bone: an endocrine society clinical practice guideline. *J Clin Endocrinol Metab.* 2014 Dec; 99(12): 4408-22. doi: [10.1210/jc.2014-2910](https://doi.org/10.1210/jc.2014-2910). PMID: 25406796.
  20. Loures FB, Correia W, Reis JH, Pires E Albuquerque RS, de Paula Mozela A, de Souza EB, Maia PV, Barretto JM. Outcomes after knee arthroplasty in extra-articular deformity. *Int Orthop.* 2019 Sep; 43(9): 2065-2070. doi: [10.1007/s00264-018-4147-9](https://doi.org/10.1007/s00264-018-4147-9). Epub 2018 Sep 14. PMID: 30215100.
  21. Insall J. Surgical techniques and instrumentation in total knee arthroplasty. In: Insall J, Scott WN, editors. *Surgery of the knee.* 3rd ed. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2001. p. 1553-1620.
  22. Meloni MC, Hoedemacker RW, Violante B, Mazzola C. Soft tissue balancing in total knee arthroplasty. *Joints.* 2014 May 8; 2(1): 37-40. PMID: 25606540; PMCID: [PMC4295665](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC4295665/).
  23. Ranawat AS, Ranawat CS, Elkus M, Rasquinha VJ, Rossi R, Babhulkar S. Total knee arthroplasty for severe valgus deformity. *J Bone Joint Surg Am.* 2005

- 676-681. doi: [10.1016/j.arth.2018.12.042](https://doi.org/10.1016/j.arth.2018.12.042). Epub 2019 Jan 5. PMID: 30685259.
46. Pietsch M, Hohegger M, Djahani O, Mlaker G, Eder-Halbedl M, Hofstädter T. Handheld computer-navigated constrained total knee arthroplasty for complex extra-articular deformities. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2021 Dec; 141(12): 2245-2254. doi: [10.1007/s00402-021-04053-1](https://doi.org/10.1007/s00402-021-04053-1). Epub 2021 Jul 13. PMID: 34255171.
  47. Rhee SJ, Seo CH, Suh JT. Navigation-assisted total knee arthroplasty for patients with extra-articular deformity. *Knee Surg Relat Res*. 2013 Dec; 25(4): 194-201. doi: [10.5792/ksrr.2013.25.4.194](https://doi.org/10.5792/ksrr.2013.25.4.194). Epub 2013 Nov 29. PMID: 24368997; PMCID: PMC3867612.
  48. Alturki AA, Alshammari NA, Albassam AL, Aljaafri ZA, Almugren TS. Robotic-assisted total knee arthroplasty for extra-articular femur deformity correction. *J Surg Case Rep*. 2023 Jul 8; 2023(7): rjad395. doi: [10.1093/jscr/rjad395](https://doi.org/10.1093/jscr/rjad395). PMID: 37434720; PMCID: PMC10331803.
  49. Cook-Richardson, Sharma, Desai, Rasesh, Robotic Arm-Assisted Total Knee Arthroplasty in the Setting of Combined Extra-articular Deformities of the Femur and Tibia, *Case Reports in Orthopedics*, 2020, 5489646, 6 pages, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/5489646>
  50. Sodhi N, Khlopas A, Ehiorobo JO, Condrey C, Marchand K, Marchand RC, Hepinstall MS, Mont MA. Robotic-Assisted Total Knee Arthroplasty in the Presence of Extra-Articular Deformity. *Surg Technol Int*. 2019 May 15; 34: 497-502. PMID: [30888672](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30888672/).
  51. Wang JW, Wang CJ. Total knee arthroplasty for arthritis of the knee with extra-articular deformity. *J Bone Joint Surg Am*. 2002 Oct; 84(10): 1769-74. doi: [10.2106/00004623-200210000-00005](https://doi.org/10.2106/00004623-200210000-00005). PMID: 12377906.
  52. Catonné Y, Sariali E, Khiami F, Rouvillain JL, Wajsfisz A, Pascal-Moussellard H. Same-stage total knee arthroplasty and osteotomy for osteoarthritis with extra-articular deformity. Part I: Tibial osteotomy, prospective study of 26 cases. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2019 Oct; 105(6): 1047-1054. doi: [10.1016/j.otsr.2019.04.010](https://doi.org/10.1016/j.otsr.2019.04.010). Epub 2019 Jun 14. PMID: 31208931.
  53. Paredes-Carnero X, Escobar J, Galdo JM, Babé JG. Total knee arthroplasty for treatment of osteoarthritis associated with extra-articular deformity. *J Clin Orthop Trauma*. 2018 Apr-Jun; 9(2): 125-132. doi: [10.1016/j.jcot.2017.01.004](https://doi.org/10.1016/j.jcot.2017.01.004). Epub 2017 Jan 22. PMID: 29896014; PMCID: PMC5995007.
  54. Sobhi S, Khan RJK, Fick DP, Finsterwald M. Prevalence of extra-articular tibia valga morphology in valgus knees and its implications for primary total knee arthroplasty. *J Orthop Surg Res*. 2022 Dec 9; 17(1): 531. doi: [10.1186/s13018-022-03418-5](https://doi.org/10.1186/s13018-022-03418-5). PMID: 36494825; PMCID: PMC9733362.
  55. Arbeloa-Gutierrez L, Arenas-Miquelez A, de Pablos J. Knee osteoarthritis associated with extra-articular deformity treated by total knee arthroplasty plus simultaneous corrective osteotomy. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2024 Sep 25: S1888-4415(24)00152-8. English, Spanish. doi: [10.1016/j.recot.2024.09.006](https://doi.org/10.1016/j.recot.2024.09.006). Epub ahead of print. PMID: 39332756.
  56. de Pablos Fernández J, Arbeloa-Gutierrez L, Arenas-Miquelez A. One-Stage Total Knee Arthroplasty Plus Corrective Osteotomy for Osteoarthritis Associated With Severe Extra-articular Deformity. *Arthrosc Tech*. 2019 Apr; 34(4): 34. doi: [10.1016/j.arth.2018.12.042](https://doi.org/10.1016/j.arth.2018.12.042). Epub 2019 Jan 5. PMID: 30685259.
  34. Tawari GJK, Maheshwari R, Madan SS. Extra-articular deformity correction using Taylor spatial frame prior to total knee arthroplasty. *Strategies Trauma Limb Reconstr*. 2018 Nov; 13(3): 179-184. doi: [10.1007/s11751-018-0310-5](https://doi.org/10.1007/s11751-018-0310-5). Epub 2018 Mar 20. PMID: 29556929; PMCID: PMC6249143.
  35. Liu Z, Pan X, Zhang X. Total knee arthroplasty using navigation system for severe osteoarthritis with extra-articular deformity. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2013 Jan; 23(1): 93-6. doi: [10.1007/s00590-011-0912-9](https://doi.org/10.1007/s00590-011-0912-9). Epub 2011 Nov 25. PMID: 23412413.
  36. Hazratwala K, Matthews B, Wilkinson M, Barroso-Rosa S. Total knee arthroplasty in patients with extra-articular deformity. *Arthroplast Today*. 2016 Jan 12; 2(1): 26-36. doi: [10.1016/j.artd.2015.11.002](https://doi.org/10.1016/j.artd.2015.11.002). PMID: 28326394; PMCID: PMC4957157.
  37. Rossi R, Cottino U, Bruzzone M, Dettoni F, Bonasia DE, Rosso F. Total knee arthroplasty in the varus knee: tips and tricks. *Int Orthop*. 2019 Jan; 43(1): 151-158. doi: [10.1007/s00264-018-4116-3](https://doi.org/10.1007/s00264-018-4116-3). Epub 2018 Aug 23. PMID: 30141140.
  38. Chua W, Wang W. Intra-articular correction of extra-articular tibial deformities with total knee arthroplasty. *Int J Surg Case Rep*. 2013;4(3):276-8. doi: [10.1016/j.ijscr.2012.12.001](https://doi.org/10.1016/j.ijscr.2012.12.001). Epub 2012 Dec 21. PMID: 23353706; PMCID: PMC3604651.
  39. John R, Sherman K, Sharma H. Surgical principles for complex primary total knee arthroplasty in the presence of extra-articular deformity. *J Orthop*. 2022 Sep 6; 34: 295-303. doi: [10.1016/j.jor.2022.08.017](https://doi.org/10.1016/j.jor.2022.08.017). PMID: 36164287; PMCID: PMC9508380.
  40. Amiri S, Mirahmadi A, Parvandi A, Hosseini-Monfared P, Minaei Noshahr R, Hoseini SM, Kazemi SM. Management of Iatrogenic Medial Collateral Ligament Injury in Primary Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review. *Arch Bone Jt Surg*. 2024; 12(3): 159-166. doi: [10.22038/ABJS.2023.73563.3406](https://doi.org/10.22038/ABJS.2023.73563.3406). PMID: 38577515; PMCID: PMC10989723.
  41. Baldini A, Castellani L, Traverso F, Balatri A, Balato G, Franceschini V. The difficult primary total knee arthroplasty: a review. *Bone Joint J*. 2015 Oct; 97-B(10 Suppl A): 30-9. doi: [10.1302/0301-620X.97B10.36920](https://doi.org/10.1302/0301-620X.97B10.36920). PMID: 26430084.
  42. Shahcheraghi GH, Javid M, Tavakoli A, Nirooei E, Momtahan E. Knee Arthroplasty without Metal Augmentations in Patients with Major Tibial Defects: A Retrospective Study. *Iran J Med Sci*. 2024 Nov 1; 49(11): 707-715. doi: [10.30476/ijms.2024.100363.3265](https://doi.org/10.30476/ijms.2024.100363.3265). PMID: 39678526; PMCID: PMC11645414.
  43. Tani I, Nakano N, Takayama K, Ishida K, Kuroda R, Matsumoto T. NAVIGATED TOTAL KNEE ARTHROPLASTY FOR OSTEOARTHRITIS WITH EXTRA-ARTICULAR DEFORMITY. *Acta Ortop Bras*. 2018 May-Jun; 26(3): 170-174. doi: [10.1590/1413-785220182603178367](https://doi.org/10.1590/1413-785220182603178367). PMID: 30038540; PMCID: PMC6053962.
  44. Haritiniyan EG, Pimpalnerkar AL. Computer Assisted Total Knee Arthroplasty: Does it Make a Difference? *Maedica (Bucur)*. 2013 Jun; 8(2): 176-81. PMID: 24371482; PMCID: [PMC3865127](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC3865127/).
  45. Matassi F, Cozzi Lepri A, Innocenti M, Zanna L, Civinini R, Innocenti M. Total Knee Arthroplasty in Patients With Extra-Articular Deformity: Restoration of Mechanical Alignment Using Accelerometer-Based Navigation System. *J Arthroplasty*. 2019 Apr; 34(4): 34. doi: [10.1016/j.arth.2018.12.042](https://doi.org/10.1016/j.arth.2018.12.042). Epub 2019 Jan 5. PMID: 30685259.

- Daily Living Scale (KOS-ADL), Lysholm Knee Scoring Scale, Oxford Knee Score (OKS), Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC), Activity Rating Scale (ARS), and Tegner Activity Score (TAS). *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2011 Nov; 63 Suppl 11(0 11): S208-28. doi: [10.1002/acr.20632](https://doi.org/10.1002/acr.20632). PMID: 22588746; PMCID: PMC4336550.
65. Huang TW, Chuang PY, Lee CY, Lin SJ, Huang KC, Shen SH, Tsai YH, Lee MS, Hsu RW. Total knee arthroplasty in patients with Ranawat type-II valgus arthritic knee with a marked coronal femoral bowing deformity: comparison between computer-assisted surgery and intra-articular resection. *J Orthop Surg Res*. 2016 Aug 3; 11(1): 88. doi: [10.1186/s13018-016-0422-x](https://doi.org/10.1186/s13018-016-0422-x). PMID: 27488841; PMCID: PMC4973030.
  66. Sun JY, Zhang GQ, Shen JM, Du YQ, Li TJ, Geng ZJ, Zhou YG, Wang Y. Single-stage total knee arthroplasty and femoral osteotomy for osteoarthritis with severe supracondylar deformity. *J Orthop Surg Res*. 2021 Feb 20; 16(1): 149. doi: [10.1186/s13018-021-02293-w](https://doi.org/10.1186/s13018-021-02293-w). PMID: 33610184; PMCID: PMC7896386.
  67. Fukushima A, Iwasaki K, Hishimura R, Matsubara S, Joutoku Z, Matsuoka M, Endo T, Onodera T, Kondo E, Iwasaki N. Three-stage total knee arthroplasty combined with deformity correction and leg lengthening using Taylor spatial frames and conversion to internal fixation for severe intra- and extra-articular deformities and hypoplasia in a patient with hemophilic knee arthropathy: A case report. *Knee*. 2023 Jan; 40: 90-96. doi: [10.1016/j.knee.2022.10.009](https://doi.org/10.1016/j.knee.2022.10.009). Epub 2022 Nov 18. PMID: 36410255.
  68. Baek JH, Lee SC, Ryu S, Ahn HS, Nam CH. Coronal Correction for Post-Traumatic Malalignment Using Robot-Assisted Total Knee Arthroplasty: A Case Series. *Orthop Res Rev*. 2022 Nov 22; 14: 445-451. doi: [10.2147/ORR.S387957](https://doi.org/10.2147/ORR.S387957). PMID: 36444241; PMCID: PMC9700467.
  69. Moyad TF, Estok D. Simultaneous femoral and tibial osteotomies during total knee arthroplasty for severe extra-articular deformity. *J Knee Surg*. 2009 Jan; 22(1): 21-6. doi: [10.1055/s-0030-1247722](https://doi.org/10.1055/s-0030-1247722). PMID: 19216348.
  70. Lin SY, Chen CH, Huang PJ, Fu YC, Huang HT. Computer-navigated minimally invasive total knee arthroplasty for patients with retained implants in the femur. *Kaohsiung J Med Sci*. 2014 Aug; 30(8): 415-21. doi: [10.1016/j.kjms.2014.03.007](https://doi.org/10.1016/j.kjms.2014.03.007). Epub 2014 May 6. PMID: 25002380; PMCID: PMC11916698.
  71. Matheen FIA, Leong JF, Abdul Rani R, Hayyun MF, Mohamad Yahaya NH. Malunion of a Floating Knee: Overcoming the Challenges of Extra-articular Deformities With a Robotic-Arm-Assisted Total Knee Arthroplasty. *Cureus*. 2024 Sep 2; 16(9): e68482. doi: [10.7759/cureus.68482](https://doi.org/10.7759/cureus.68482). PMID: 39364451; PMCID: PMC11446639.
  - 2019 Nov 13; 8(11): e1403-e1410. doi: [10.1016/j.eats.2019.07.020](https://doi.org/10.1016/j.eats.2019.07.020). PMID: 31890514; PMCID: PMC6926380.
  57. Hosseini-Monfared P, Mirahmadi A, Amiri S, Minaie R, Ghafouri MH, Kazemi SM. Comparable long-term functional outcomes of subvastus and medial parapatellar approach in total knee arthroplasty: A 10-year follow-up study. *J Exp Orthop*. 2024 Oct 8; 11(4): e70035. doi: [10.1002/jeo2.70035](https://doi.org/10.1002/jeo2.70035). PMID: 39380847; PMCID: PMC11460747.
  58. Demir B, Özkul B, Saygılı MS, Çetinkaya E, Akbulut D. Deformity correction with total knee arthroplasty for severe knee osteoarthritis accompanying extra-articular femoral deformity: the results are promising. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2018 Nov; 26(11): 3444-3451. doi: [10.1007/s00167-018-4920-8](https://doi.org/10.1007/s00167-018-4920-8). Epub 2018 Apr 9. PMID: 29632977.
  59. Xiao-Gang Z, Shahzad K, Li C. One-stage total knee arthroplasty for patients with osteoarthritis of the knee and extra-articular deformity. *Int Orthop*. 2012 Dec; 36(12): 2457-63. doi: [10.1007/s00264-012-1695-2](https://doi.org/10.1007/s00264-012-1695-2). Epub 2012 Nov 7. PMID: 23132502; PMCID: PMC3508045.
  60. Cozzi Lepri A, Innocenti M, Matassi F, Villano M, Civinini R, Innocenti M. Accelerometer-Based Navigation in Total Knee Arthroplasty for the Management of Extra-Articular Deformity and Retained Femoral Hardware: Analysis of Component Alignment. *Joints*. 2019 Oct 11; 7(1): 1-7. doi: [10.1055/s-0039-1697610](https://doi.org/10.1055/s-0039-1697610). PMID: 31879723; PMCID: PMC6930126.
  61. Klein GR, Austin MS, Smith EB, Hozack WJ. Total knee arthroplasty using computer-assisted navigation in patients with deformities of the femur and tibia. *J Arthroplasty*. 2006 Feb; 21(2): 284-8. doi: [10.1016/j.arth.2005.07.013](https://doi.org/10.1016/j.arth.2005.07.013). PMID: 16520220.
  62. Thienpont E, Paternostre F, Pietsch M, Hafez M, Howell S. Total knee arthroplasty with patient-specific instruments improves function and restores limb alignment in patients with extra-articular deformity. *Knee*. 2013 Dec; 20(6): 407-11. doi: [10.1016/j.knee.2013.07.001](https://doi.org/10.1016/j.knee.2013.07.001). Epub 2013 Jul 27. PMID: 23899651.
  63. Mirahmadi A, Hosseini-Monfared P, Amiri S, Taheri F, Farokhi M, Minaei Noshahr R, Kazemi SM. Cross-cultural adaptation and validation of the Persian version of the new Knee Society Knee Scoring System (KSS). *J Orthop Surg Res*. 2023 Nov 13; 18(1): 858. doi: [10.1186/s13018-023-04347-7](https://doi.org/10.1186/s13018-023-04347-7). PMID: 37953297; PMCID: PMC10641991.
  64. Collins NJ, Misra D, Felson DT, Crossley KM, Roos EM. Measures of knee function: International Knee Documentation Committee (IKDC) Subjective Knee Evaluation Form, Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS), Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score Physical Function Short Form (KOOS-PS), Knee Outcome Survey Activities of

## ارتباط کف پای صاف بر کمردرد مزمن غیراختصاصی

## (مروری نظام‌مند بر مطالعات گذشته)

## چکیده

کمردرد مزمن غیراختصاصی یکی از علل اصلی ناتوانی و کاهش کیفیت زندگی است که عوامل بیومکانیکی متعددی در ایجاد آن نقش دارند. صافی کف پا به‌عنوان یک ناهنجاری ساختاری، با تغییر در توزیع نیروهای مکانیکی، افزایش استرس بر ستون فقرات و ناپایداری حرکتی، ممکن است در بروز یا تشدید این عارضه مؤثر باشد. این مطالعه، با رویکرد مرور نظام‌مند، شواهد ارتباط بین صافی کف پا و کمردرد را بررسی می‌کند. این مطالعه مطابق دستورالعمل‌های PRISMA انجام شد. مقالات بین سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۲۵ از پایگاه‌های PubMed، Scopus، Embase، Medline و Google Scholar با استفاده از MeSH Terms جست‌وجو شدند. مطالعات براساس معیارهای ورود و خروج مشخص انتخاب و کیفیت روش‌شناسی آن‌ها با مقیاس نیوکاسل-اتاوا (NOS) برای مطالعات کوهورت و مورد - شاهدهی و مقیاس PEDro برای کارآزمایی‌های بالینی تصادفی شده (RCTs) ارزیابی شد. در مجموع، یازده مطالعه واجد شرایط تحلیل شدند. صافی کف پا از طریق تغییرات سینماتیکی اندام تحتانی، افزایش چرخش داخلی زانو و لگن و تأثیر بر بیومکانیک ستون فقرات می‌تواند شدت و تداوم کمردرد را افزایش دهد. باین‌حال، برخی مطالعات این ارتباط را قطعی تأیید نکردند. صافی کف پا با تغییر در توزیع نیروهای مکانیکی و الگوهای حرکتی می‌تواند موجب بی‌ثباتی عملکردی ستون فقرات و افزایش استرس کمری و شاید عامل خطر برای «کمردرد مزمن غیراختصاصی» باشد. مطالعات آینده با روش‌های پیشرفته‌ی بیومکانیکی ضروری است.

واژگان کلیدی: کف پای صاف، بیومکانیک، مرور سیستماتیک

پذیرش مقاله: ۴۲ روز قبل از چاپ

فربیا مرادی وستگانی،<sup>۱</sup> دکتر منصور صاحب‌الزمانی،<sup>۲</sup> دکتر سعید بحیرایی

## مقدمه

کمردرد مزمن غیراختصاصی (Non-Specific Chronic Low Back Pain-NSCLBP) به دردی اطلاق می‌شود که بیش از ۱۲ هفته تداوم داشته باشد، منشأ آن اختصاصی (مانند فتق دیسک، تنگی کانال نخاعی، یا عفونت) نباشد و نتوان آن را به آسیب ساختاری واضحی نسبت داد. این نوع کمردرد معمولاً با عوامل بیومکانیکی، روان‌اجتماعی یا سبک زندگی مرتبط است<sup>(۱)</sup> و به‌عنوان یکی از شایع‌ترین و ناتوان‌کننده‌ترین مشکلات اسکلتی - عضلانی تأثیر عمیقی بر کیفیت زندگی افراد و کارایی اجتماعی - اقتصادی جوامع دارد. برآوردها نشان می‌دهد که بیش از ۸۰ درصد از افراد در طول زندگی خود حداقل یک بار این نوع کمردرد را تجربه می‌کنند. این عارضه نه‌تنها به کاهش توانایی‌های جسمی و عملکردی منجر می‌شود، بلکه یکی از دلایل اصلی مراجعه به مراکز درمانی، غیبت از کار و افزایش هزینه‌های بهداشت و درمان در سطح جهانی محسوب می‌شود، به‌طوری که سازمان بهداشت جهانی (WHO) کمردرد را یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر ناتوانی و افت بهره‌وری در جوامع صنعتی و درحال توسعه می‌داند.<sup>(۱، ۲)</sup> برخلاف کمردردهای اختصاصی که علت‌های مشخصی مانند فتق دیسک بین‌مهره‌ای، تنگی کانال نخاعی یا شکستگی‌های مهره‌ای دارند، کمردرد مزمن غیراختصاصی فاقد دلیل آناتومیکی یا پاتولوژیک واضح است و به همین دلیل تشخیص و درمان آن چالش‌برانگیزتر می‌شود. عوامل مختلفی نظیر تغییرات بیومکانیکی، اختلالات حرکتی، عدم تعادل عضلانی، عوامل روان‌شناختی مانند استرس و اضطراب و سبک زندگی کم‌تحرك می‌توانند در بروز و تداوم این نوع کمردرد نقش داشته باشند. در این میان، عوامل بیومکانیکی به‌ویژه تغییرات در ساختار اندام تحتانی به‌عنوان یکی از فاکتورهای مؤثر در تحقیقات مختلف مطرح شده‌اند.<sup>(۳)</sup>

یکی از مهم‌ترین ناهنجاری‌های بیومکانیکی، که توجه زیادی را به خود جلب کرده، صافی کف پا (Pes Planus) و پروناسیون بیش از حد (Excessive Pronation) است.<sup>(۴)</sup>

۱. دانشجوی دکتری آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران  
۲. استاد گروه آسیب‌شناسی و بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران  
۳. استادیار گروه آسیب‌شناسی و بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران

نویسنده مسئول: فربیا مرادی وستگانی

Email: faribamoradi@sport.uk.ac.ir

## مواد و روش‌ها

این مرور نظام‌مند مطابق با دستورالعمل‌های PRISMA (Proffered reporting Items for Systematic Analysis) انجام شده است که هدف آن تضمین شفافیت، دقت و قابلیت بازتولید نتایج است. پیش از شروع فرایند جست‌وجو و تحلیل، پروتکل مطالعه تنظیم و ثبت شد تا از سوگیری در انتخاب و تحلیل مطالعات جلوگیری شود. در تدوین سؤال پژوهشی و تعیین معیارهای ورود و خروج از چهارچوب PICO بهره گرفته شد.

### چهارچوب مطالعه (PICOW Framework)

**جمعیت:** بزرگسالان (افراد ۱۸ سال به بالا) مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی (Non-Specific Chronic Low Back Pain - NSCLBP).  
**مداخله:** وجود صافی کف پا (Pes Planus) یا پروناسیون بیش از حد (Excessive Pronation).  
**مقایسه:** افراد فاقد ناهنجاری‌های ساختاری پا (پاهای نرمال).  
**پیامد:** شدت کمردرد، تغییرات بیومکانیکی ستون فقرات، محدودیت‌های عملکردی و تأثیر این عوامل بر کیفیت زندگی.

### استراتژی جست‌وجو

یک جست‌وجوی جامع و نظام‌مند در پایگاه‌های داده PubMed, Scopus, Embase, Medline (via Ovid), Google Scholar) برای شناسایی منابع خاکستری و مقالات کمترشناخته‌شده. جست‌وجو در بازه‌ی زمانی ژانویه‌ی ۲۰۰۴ تا ژانویه‌ی ۲۰۲۵ انجام و به مقالات منتشرشده به زبان انگلیسی محدود شد. برای افزایش جامعیت جست‌وجو از کلیدواژه‌ها و اصطلاحات موضوعی استاندارد (MeSH Terms) به همراه عملگرهای منطقی AND و OR استفاده شد. ترکیب جست‌وجو به شکل زیر بود:  
("Low Back Pain" OR "Chronic Low Back Pain" OR "Non-Specific Low Back Pain") AND ("Flat Foot" OR "Pes Planus" OR "Excessive Pronation" OR "Foot Biomechanics")  
همچنین، فهرست منابع (Reference Lists) مقالات منتخب به صورت دستی مرور شد تا از شناسایی کامل مطالعات مرتبط اطمینان حاصل شود.

### معیارهای ورود و خروج

**معیارهای ورود (Inclusion Criteria):** مطالعاتی که به بررسی ارتباط بین صافی کف پا یا پروناسیون بیش از حد و کمردرد مزمن غیراختصاصی پرداخته‌اند. انواع طراحی‌های مطالعاتی شامل کارآزمایی‌های بالینی تصادفی‌شده (RCTs)، مطالعات کوهورت (Cohort Studies)، مطالعات مورد-شاهدی (Case-Control Studies)، مطالعات مقطعی (Cross-sectional Studies) استفاده از روش‌های معتبر بیومکانیکی، تصویربرداری (مانند MRI یا X-ray) یا ابزارهای ارزیابی کلینیکی استاندارد برای سنجش وضعیت پا) و مقالات منتشرشده در مجلات علمی دارای داوری هم‌تا (Peer-Reviewed).

در حالت طبیعی، قوس طولی داخلی پا به‌عنوان سازوکاری ضربه‌گیر عمل می‌کند و توزیع یکنواخت نیروهای مکانیکی را تضمین می‌کند،<sup>(۶)</sup> اما در افراد دارای صافی کف پا، این سازوکار به‌طور قابل‌توجهی دچار اختلال می‌شود. از بین رفتن قوس داخلی پا می‌تواند به تغییر در الگوی راه رفتن، افزایش استرس مکانیکی بر ساختارهای فوقانی بدن و به‌ویژه ستون فقرات کمری منجر شود که می‌تواند خطر بروز کمردرد مزمن را افزایش دهد.<sup>(۷)</sup> مطالعات گوناگون نشان داده‌اند که کاهش ارتفاع قوس داخلی پا و افزایش پروناسیون به چرخش داخلی بیش از حد زانو و لگن منجر می‌شود. این تغییرات در الگوی حرکتی باعث اختلال در هم‌راستایی ستون فقرات و افزایش فشارهای موضعی بر مهره‌ها و دیسک‌های بین‌مهره‌ای می‌شود. برای مثال، افزایش انحناهای کمری (Lumbar Lordosis) و فشار بر مفاصل فاست کمری از جمله نتایج بیومکانیکی این تغییرات است که به‌عنوان یکی از سازوکارهای بالقوه در بروز کمردرد مزمن مطرح می‌شود.<sup>(۸، ۹)</sup> فرح‌پور (Farahpour) و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای نشان دادند که افراد دارای پروناسیون بیش از حد دچار تغییرات قابل‌توجهی در سینماتیک راه رفتن، افزایش چرخش داخلی زانو و لگن و کاهش کنترل حرکتی می‌شوند. این تغییرات به‌طور مستقیم با شدت و تداوم کمردرد مرتبط هستند.<sup>(۱۰)</sup>

با این حال، نتایج پژوهش‌ها در این زمینه همواره یکدست و همسو نبوده‌اند. برخی از مطالعات نتوانسته‌اند رابطه‌ی معناداری بین صافی کف پا و کمردرد مزمن پیدا کنند و بر این باورند که این ارتباط ممکن است تحت تأثیر متغیرهای مداخله‌گر دیگری مانند ضعف عضلات مرکزی (Core Muscles)، شاخص توده‌ی بدنی (BMI)، سطح فعالیت بدنی و حتی نوع شغل قرار گیرد. برای مثال، افراد با مشاغل ایستاده یا فعالیت‌های فیزیکی سنگین ممکن است در معرض خطر بیشتری برای کمردرد قرار گیرند، بدون اینکه الزاماً دچار صافی کف پا باشند.<sup>(۱۱، ۱۲)</sup> این تناقضات در یافته‌ها نشان‌دهنده‌ی پیچیدگی رابطه‌ی بین ناهنجاری‌های بیومکانیکی پا و کمردرد مزمن است و ضرورت انجام مطالعات جامع‌تر و دقیق‌تر را برجسته می‌کند.

با توجه به شیوع بالای کمردرد مزمن غیراختصاصی و تأثیر مخرب آن بر زندگی روزمره افراد، شناسایی و اصلاح عوامل بیومکانیکی مؤثر می‌تواند نقش مهمی در پیشگیری و مدیریت این عارضه داشته باشد. مطالعه‌ی حاضر به‌منظور پر کردن خلأهای موجود در ادبیات علمی، به بررسی نظام‌مند ارتباط میان صافی کف پا و کمردرد مزمن غیراختصاصی می‌پردازد. هدف اصلی این تحقیق ارائه‌ی تحلیلی جامع از سازوکارهای بیومکانیکی تأثیرگذار، بررسی تناقضات موجود در پژوهش‌های پیشین و پیشنهاد راهکارهای عملی برای بهبود استراتژی‌های درمانی و پیشگیرانه است. این مطالعه می‌تواند با روشن کردن زوایای پنهان این رابطه به بهبود روش‌های تشخیص و درمان کمک کند و درنهایت به ارتقای کیفیت زندگی بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی منجر شود.



شکل ۱: شناسایی مطالعات از طریق پایگاه‌های داده و فهرست‌های ثبت‌شده

جدول ۱: ارزیابی کیفیت مقالات براساس مقیاس نیوکاسل-اتاوا (NOS)

نویسنده - سال انتشار	انتخاب شرکت کنندگان	مقایسه‌ی گروه‌ها	ارزیابی پیامدها	امتیاز کل
فرح‌پور و همکاران (۲۰۱۸)	۳	۲	۲	۷
بالاساندرام و همکاران (۲۰۱۸)	۳	۲	۲	۷
پراکاش و همکاران (۲۰۱۹)	۳	۲	۲	۷
باروتکو و همکاران (۲۰۲۴)	۳	۲	۲	۷
سانا و همکاران (۲۰۱۸)	۳	۲	۲	۷
برتونسلو و همکاران (۲۰۱۳)	۳	۲	۲	۷
منز و همکاران (۲۰۱۳)	۳	۲	۲	۷
سالوا و همکاران (۲۰۱۹)	۳	۲	۲	۷
الموطیری و همکاران (۲۰۲۱)	۳	۲	۲	۷
عموزاده و همکاران (۲۰۱۵)	۳	۲	۲	۷

جدول ۲: خلاصه‌ی روند مطالعات انجام‌شده

نویسنده - سال انتشار، کشور	تعداد شرکت کنندگان، جنسیت، سن	هدف	نحوه‌ی ارزیابی	یافته‌ی اصلی
سانا و همکاران (۲۰۱۸) <sup>(۱۳)</sup> پاکستان	مرد: ۷۰ - زن: ۱۳۰ ۲۲-۳۶ سال	بررسی ارتباط پس پلان، زانو و کمردرد در بزرگسالان	پرسش‌نامه، ارزیابی مکانیک پا و تحلیل آماری	یافته‌های اصلی این مطالعه، فراوانی بالای کمردرد و زانو درد در میان بزرگسالان مبتلا به صافی کف پا را عنوان می‌کند.
جیمز و همکاران (۲۰۰۷) <sup>(۱۱)</sup> انگلستان	۵۸ هر دو جنس ۱۶-۷۰ سال	بررسی اینکه که آیا صافی کف پا یک عامل خطر برای کمردرد مکانیکی (MLBP) است و آیا افراد دارای کف پای صاف بیشتر در معرض خطر MLBP نسبت به افراد بدون پاهای صاف‌تر هستند.	اندازه‌گیری افت ناویکولار و اورژن پاشنه، معاینه‌ی فیزیکی	به نظر نمی‌رسد صافی کف پا عامل خطری برای کمردرد مکانیکی (MLBP) در افراد مورد مطالعه باشد.
بالاساندرام و همکاران (۲۰۱۸) <sup>(۸)</sup> NA	۷۱ هر دو جنس ۲۰-۳۰ سال	سؤال تحقیق این است که آیا وجود پای هیپرپرورنیتیه بر میزان شدت ناتوانی (وضعیت عملکردی) در بیماران مبتلا به کمردرد غیراختصاصی تأثیری دارد یا خیر؟	پرسش‌نامه‌ی Oswestry و تست قطره‌ی ناویکولار	وجود پای هایپرپرورنیتیه بر شدت ناتوانی در بیماران مبتلا به کمردرد غیراختصاصی تأثیر نمی‌گذارد.
پراکاش و همکاران (۲۰۱۹) <sup>(۱۴)</sup> NA	۵۰ هر دو جنس ۲۰-۵۰ سال	آیا ارتباطی بین پرون شدن پا و ناتوانی مرتبط با کمردرد وجود دارد؟ (توجه: این مطالعه تلاش می‌کند به این سؤال پاسخ دهد که آیا درجه‌ی بیشتر پرون شدن پا با ناتوانی شدیدتر همراه با کمردرد همراه است یا برعکس).	پرسش‌نامه‌ی شاخص ناتوانی Oswestry (ODI)، تست افت ناویکولار (NDT)	کمردرد یکی از دلایل اصلی ناتوانی است که بر عملکرد کاری تأثیر می‌گذارد. هیچ ارتباطی بین درجه‌ی پرون شدن پا و شدت ناتوانی یافت نشد.

جدول ۲: خلاصه‌ی روند مطالعات انجام‌شده (ادامه)

نویسنده - سال انتشار، کشور	تعداد شرکت‌کنندگان، جنسیت، سن	هدف	نحوه‌ی ارزیابی	یافته‌ی اصلی
الموطیری و همکاران (۲۰۲۱) <sup>(۱۵)</sup> عربستان سعودی	NA زن NA	بررسی ارتباط بین صافی کف پا و کمردرد در زیرگروه‌های مختلف	NA	کف پای صاف به‌طور قابل توجهی با کمردرد حاد و مزمن همراه است و شانس تجربه هر دو نوع کمردرد، به‌ویژه در زنان و شرکت‌کنندگان مسن‌تر، افزایش می‌یابد.
درنیوال و همکاران (۲۰۱۳) <sup>(۱۶)</sup> برزیل	۱۸ زن: ۱۰۰ درصد ۲۴-۳۶ سال	رابطه‌ی احتمالی قوس کف پا، انحنای کمر و کمردرد در زنان چیست؟	مداخلات پادولوژیک و ارتز	
عموزاده و همکاران (۲۰۱۵) <sup>(۱۷)</sup> NA	۱۰۰ مرد: ۱۰۰ درصد ۱۸-۶۰ سال	رابطه‌ی صافی کف پا و کمردرد مزمن مکانیکی چیست؟	تست افتادگی ناویکولار	یافته‌های اصلی مطالعه این است که بین صافی کف پا و کمردرد رابطه‌ی معنی‌داری وجود دارد.
فرح‌پور و همکاران (۲۰۱۸) <sup>(۱۸)</sup> ایران	۴۵ مرد: ۱۰۰ درصد ۲۳-۲۸ سال	سؤال تحقیق این است: چگونه پروناسیون بیش از حد پا بر حرکات مفاصل، حرکات و فعالیت عضلانی در طول راه رفتن، به‌ویژه در بیماران کمردرد تأثیر می‌گذارد؟	تحلیل سینماتیک حرکت و فعالیت عضلانی	یافته‌های اصلی این مطالعه این است که افراد مبتلا به پروناسیون بیش از حد پا و کمردرد تغییری در سینماتیک مفصل اندام تحتانی، در حین راه رفتن نشان می‌دهند.
هیلتون و همکاران (۲۰۱۳) <sup>(۱۸)</sup> امریکا	۳۳۷۸ زن: ۱۰۶۷ - مرد: ۸۶۳ ۲۶-۹۲ سال	ارتباط وضعیت پا و عملکرد پا با کمردرد در مطالعه‌ی پای فرامینگهام مبتنی بر جمعیت با استفاده از اندازه‌گیری‌های بیومکانیکی عینی چیست؟	ارزیابی بیومکانیکی و استفاده از ارتز	یافته‌های اصلی عبارت هستند از: عملکرد پای پرون شده هنگام راه رفتن با کمردرد در زنان همراه است؛ وضعیت پا، پلانوس یا کاووس با کمردرد در مردان یا زنان ارتباطی ندارد؛ مداخلاتی که عملکرد غیرطبیعی پا را اصلاح می‌کند ممکن است پیشگیری و درمان کمردرد را تسهیل کند.
سالوا و همکاران (۲۰۱۹) <sup>(۱۹)</sup> مصر	۱۴۷ مرد: ۶۸ درصد، زن: ۵۴/۸۳ درصد ۲۵-۶۰ سال	شیوع کمردرد ناشی از کار در بین فیزیوتراپیست‌هایی با وضعیت‌های مختلف پا که در بیمارستان‌های دولتی مصر کار می‌کنند چقدر است؟	NA	نتایج نشان داد هیچ ارتباط آماری معنی‌داری بین کمردرد و وضعیت پا وجود نداشت.
باروتکو و همکاران (۲۰۲۴) <sup>(۲۰)</sup> ترکیه	۵۵ زن: ۴۳ - مرد: ۱۲ ۱۸-۳۰ سال	بررسی اثرات کف پای صاف بر درد پا، کمردرد و تعادل ایستا در بزرگسالان جوان	تست خط Feiss، VAS، FFI، تست تعادل Stork	تعادل ایستا در پای غالب افراد دارای کف پای صاف کاهش یافته، اما تفاوت معناداری در میزان درد پا و کمردرد وجود ندارد.

**روش‌های ارزیابی:** ابزارها و تکنیک‌های به‌کاررفته برای ارزیابی صافی کف پا (ابزارهای بیومکانیکی، تصویربرداری و ارزیابی‌های کلینیکی).

**نتایج بیومکانیکی:** تغییرات در الگوی راه رفتن، میزان انحنای کمری.

**پیامدهای کلینیکی:** شدت کمردرد (براساس مقیاس‌هایی مانند VAS، محدودیت‌های عملکردی براساس ابزارهایی مانند Oswestry Disability Index-ODI) و میزان افت ناوی داده‌های استخراج‌شده در جداول استاندارد وارد و برای بررسی همسانی و دقت توسط دو پژوهشگر مقایسه شد. خلاصه‌ی روند انجام مطالعات در جدول ۲ نشان داده شده است.

## یافته‌ها

از مجموع ۷۳۹ مقاله‌ی شناسایی‌شده در جست‌وجوی اولیه، پس از حذف موارد تکراری، غربالگری عنوان و چکیده و بررسی متن کامل، ۱۱ مطالعه با معیارهای ورود و خروج این مرور نظام‌مند تطابق داشتند. این مطالعات شامل انواع طراحی‌های پژوهشی از جمله کارآزمایی‌های بالینی تصادفی‌شده (RCTs)، مطالعات کوهورت، مورد - شاهدهی و مقطعی بودند و مجموعاً ۴۶۶۹ شرکت‌کننده (۲۴۰۶ مرد و ۲۲۶۳ زن) با دامنه‌ی سنی ۱۶ تا ۹۲ سال را در بر می‌گرفتند. کیفیت روش‌شناسی مطالعات براساس مقیاس‌های PEDro و نیوکاسل - اتاوا (NOS) ارزیابی شد که دارای کیفیت بالا بودند.<sup>(۲۱، ۲۲)</sup>

### ارتباط صافی کف پا با شدت کمردرد مزمن غیراختصاصی

یافته‌های به‌دست‌آمده از تحلیل داده‌های مطالعات نشان داد که در ۷ مطالعه (۵۸/۳ درصد) ارتباط معناداری بین صافی کف و افزایش شدت کمردرد مزمن غیراختصاصی وجود داشت.<sup>(۲۳)</sup>

به‌عنوان مثال، مطالعه‌ی سانا (Sana) و همکاران (۲۰۱۸) بر روی ۲۰۰ شرکت‌کننده نشان داد که افراد دارای صافی کف پا، درد کمری بیشتری نسبت به گروه کنترل تجربه کردند ( $p < 0/01$ ). در این مطالعه، میانگین نمرات مقیاس VAS در گروه مبتلا به صافی کف پا به‌طور میانگین ۲/۵ واحد بالاتر از گروه فاقد این ناهنجاری بود.<sup>(۲۴)</sup> به‌طور مشابه، فرح‌پور و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه‌ی خود روی ۴۵ فرد مرد مبتلا به پروناسیون بیش از حد پا گزارش کردند که شدت کمردرد در این گروه به‌طور قابل‌توجهی بالاتر است ( $p < 0/05$ ) و با تغییرات بیومکانیکی در اندام تحتانی ارتباط دارد.<sup>(۱۰)</sup> مطالعه‌ی عموزاده (Amoozadeh) و همکاران (۲۰۱۵) نیز تأیید کرد که صافی کف پا و کاهش قوس طولی داخلی به‌عنوان عوامل خطر مستقل برای کمردرد مزمن در مردان شناخته می‌شوند.<sup>(۱۷)</sup> در مقابل، پنج مطالعه (۴۱/۷ درصد) از جمله پژوهش‌های جیمز (James) و همکاران (۲۰۰۷) و بالاساندرام (Balasundaram) و همکاران (۲۰۱۸)، ارتباط معناداری بین صافی کف پا و شدت کمردرد گزارش نکردند. (۸، ۱۱) جیمز و همکاران اشاره داشتند که صافی کف پا به‌تنهایی عامل پیش‌بینی‌کننده‌ی کمردرد مکانیکی نیست ( $p = 0/27$ ) و

**معیارهای خروج (Exclusion Criteria):** مطالعاتی که کمردردهای اختصاصی (مانند فتق دیسک بین‌مهره‌ای، تنگی کانال نخاعی، شکستگی‌های مهره‌ای) را بررسی کرده‌اند. مطالعاتی که فاقد معیارهای دقیق و استاندارد برای ارزیابی وضعیت کف پا یا تغییرات بیومکانیکی بودند. مقالات مروری گزارش‌های موردی (Case Reports)، نامه به سردبیر و چکیده‌های کنفرانس. مطالعاتی که اطلاعات ناکافی در مورد جمعیت نمونه یا متدولوژی ارائه داده‌اند.

### فرایند غربالگری و انتخاب مطالعات

دو پژوهشگر مستقل به‌طور جداگانه فرایند غربالگری مطالعات را در دو مرحله انجام دادند:

**غربالگری عنوان و چکیده:** در این مرحله، مقالاتی که به‌وضوح با موضوع مطالعه مرتبط نبودند حذف شدند.

**بررسی متن کامل:** مقالات باقی‌مانده به‌طور کامل مطالعه شدند تا از تطابق آن‌ها با معیارهای ورود و خروج اطمینان حاصل شود. اختلافات میان دو پژوهشگر از طریق بحث و در صورت نیاز با مشورت پژوهشگر سوم حل شد. فرایند انتخاب مطالعات با استفاده از نمودار جریان PRISMA (PRISMA Flow Diagram) مستندسازی شد.

### ارزش کیفیت مطالعات

برای ارزیابی کیفیت روش‌شناسی مطالعات واردشده به‌مرور از ابزارهای معتبر مقیاس PEDro (Physiotherapy Evidence Database) برای ارزیابی کیفیت کارآزمایی‌های بالینی تصادفی‌شده (RCTs) این مقیاس شامل ۱۱ آیتم است که جنبه‌هایی نظیر تصادفی‌سازی، کورسازی ارزیاب‌ها، تکمیل داده‌ها و تحلیل آماری را ارزیابی می‌کند. مقیاس نیوکاسل - اتاوا (Newcastle-Ottawa Scale-NOS) برای ارزیابی مطالعات کوهورت و مورد - شاهدهی. این ابزار سه حوزه‌ی کلیدی را ارزیابی می‌کند: انتخاب شرکت‌کنندگان، مقایسه‌ی گروه‌ها و ارزیابی پیامدها. مطالعاتی که در مقیاس PEDro نمره‌ی ۶ یا بالاتر و در مقیاس NOS 7 ستاره یا بیشتر کسب کردند به‌عنوان مطالعات با کیفیت بالا در نظر گرفته شدند.

### استخراج داده‌ها

فرایند استخراج داده‌ها توسط دو پژوهشگر مستقل و مطابق با یک الگوی از پیش تعیین‌شده انجام شد. اطلاعات کلیدی زیر از هر مطالعه استخراج شد.

**مشخصات مطالعه:** نویسندگان، سال انتشار، کشور محل انجام مطالعه. **ویژگی‌های جمعیت نمونه:** اندازه‌ی نمونه، میانگین سن، توزیع جنسیت، شاخص توده‌ی بدنی (BMI).

## بحث

ممکن است تحت تأثیر متغیرهایی مانند سن، شاخص توده‌ی بدنی (BMI) و سطح فعالیت قرار گیرد.<sup>(۱۱)</sup>

## تغییرات بیومکانیکی ناشی از صافی کف پا و تأثیر آن بر ستون فقرات

چند مطالعه پیشنهاد کردند که صافی کف پا موجب تغییر در الگوی حرکتی اندام تحتانی و ستون فقرات می‌شود.<sup>(۱۵، ۱۸)</sup> در ۶ مطالعه (۵۰ درصد) از جمله تحقیق درنیوال (Demival) و همکاران (۲۰۱۳) مشخص شد که از بین رفتن قوس داخلی پا به افزایش چرخش داخلی زانو، چرخش داخلی لگن و افزایش انحنای کمری (Lumbar Lordosis) منجر می‌شود.

این تغییرات به افزایش فشار بر مفاصل فاست کمری و دیسک‌های بین‌مهره‌ای منجر شد و در بروز کمردرد مزمن نقش دارد.<sup>(۱۶)</sup> مطالعه‌ی فرح‌پور و همکاران (۲۰۱۸) نشان داد که افراد دارای پروناسیون بیش از حد کاهش قدرت بازکننده‌های زانو و افزایش فعالیت عضلات همسترینگ را تجربه می‌کنند ( $p < 0.01$ ). این تغییرات بیومکانیکی به کاهش جذب شوک در پا و انتقال فشار به ستون فقرات منجر می‌شود.<sup>(۱۰)</sup>

## تأثیر عوامل جمعیت‌شناختی و سبک زندگی بر رابطه‌ی صافی کف پا و کمردرد

در تجزیه و تحلیل مطالعات، عواملی مانند سن، جنسیت، BMI و نوع شغل به‌عنوان متغیرهای تعدیل‌کننده در ارتباط صافی کف پا و کمردرد شناسایی شدند.

مطالعه‌ی سانا و همکاران (۲۰۱۸) نشان داد که زنان و افراد با BMI بالاتر شیوع بیشتری از کمردرد در حضور صافی کف پا دارند (CI: ۱/۳\_۲/۷). (OR= ۱/۹، ۹۵٪).<sup>(۱۳)</sup> مطالعه‌ی الموطیری (Almutairi) و همکاران (۲۰۲۱) در عربستان سعودی نشان داد که افرادی با مشاغل ایستاده یا فعالیت‌های بدنی سنگین، در صورت داشتن صافی کف پا در معرض ریسک بالاتری برای ابتلا به کمردرد هستند. این مطالعه همچنین بر تأثیر سن و جنسیت در افزایش احتمال کمردرد در جمعیت مبتلا به کف پای صاف تأکید داشت.<sup>(۱۵)</sup>

## پیامدهای عملکردی و کیفیت زندگی در بیماران با صافی کف پا

نتایج به‌دست‌آمده از پرسش‌نامه Oswestry Disability Index (ODI) و مقیاس VAS به نظر می‌رسد که صافی کف پا شاید بر عملکرد جسمی و کیفیت زندگی بیماران تأثیر بگذارد. مطالعه‌ی عموزاده و همکاران (۲۰۱۵) گزارش داد که افراد دارای صافی کف پا میانگین نمره‌ی ODI بالاتری داشتند (میانگین:  $6/2 \pm 34/5$ ) که نشان‌دهنده‌ی ناتوانی عملکردی بیشتر در مقایسه با گروه کنترل ( $5/4 \pm 21/8$ ) است ( $p < 0.001$ )،<sup>(۱۷)</sup> درحالی‌که برخی مطالعات مانند پراکاش (Prakash) و همکاران (۲۰۱۹) تفاوت معناداری در شدت ناتوانی عملکردی پیدا نکردند ( $p = 0/08$ )، اما افراد دارای پروناسیون درجه‌ی دوم یا محدودیت‌های عملکردی بیشتری در فعالیت‌های روزمره خود گزارش کردند.<sup>(۱۴)</sup>

مطالعه‌ی حاضر با هدف بررسی نظام‌مند ارتباط بین صافی کف پا و کمردرد مزمن غیراختصاصی (NSCLBP) انجام شد. نتایج این مرور نظام‌مند نشان داد که صافی کف پا به‌واسطه ایجاد تغییرات بیومکانیکی در اندام تحتانی و ستون فقرات، می‌تواند با افزایش شدت و تداوم کمردرد مزمن غیراختصاصی مرتبط باشد.<sup>(۲۵، ۲۶)</sup> تغییرات عمده شامل افزایش چرخش داخلی زانو و لگن، کاهش توانایی جذب ضربه در پا و انتقال نیروهای اضافی به مفاصل فاست کمری است.<sup>(۱۶)</sup> این یافته‌ها با نتایج مطالعاتی مانند مطالعات فرح‌پور و همکاران (۲۰۱۸)، که نشان داد افراد با پروناسیون بیش از حد دچار تغییرات سینماتیکی قابل‌توجهی در راه رفتن هستند و با شدت بیشتر کمردرد مرتبط است، همسو بود.<sup>(۱۰)</sup> به‌طور مشابه، سانا و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که در یک نمونه‌گیری وسیع ( $n=200$ )، افراد با صافی کف پا به‌طور معناداری نمرات بالاتری در مقیاس VAS داشتند ( $p < 0.01$ ).<sup>(۱۳)</sup>

از دیدگاه بیومکانیکی، صافی کف پا موجب تغییر در الگوی حرکتی اندام تحتانی می‌شود که مستقیماً روی مکانیک ستون فقرات تأثیر می‌گذارد.<sup>(۱۵)</sup> از دست رفتن قوس طولی داخلی پا منجر به افزایش پروناسیون و چرخش داخلی زانو شده و این وضعیت می‌تواند انحنای کمری را افزایش دهد.<sup>(۱۳)</sup> درنیوال و همکاران (۲۰۱۳) چنین تغییراتی بار اضافی بر روی دیسک‌های بین‌مهره‌ای ایجاد می‌کند که می‌تواند به درد و ناتوانی عملکردی منجر شود.<sup>(۱۶)</sup> یافته‌های مشابهی توسط هیلتون (Hylton) و همکاران (۲۰۱۳) گزارش شد که نشان داد تغییرات در عملکرد پا هنگام راه رفتن می‌تواند فشار بر ستون فقرات را در زنان افزایش دهد، هرچند این ارتباط در مردان به وضوح مشاهده نشد. این موضوع احتمال تأثیر تفاوت‌های جنسیتی در ساختار بیومکانیکی بدن را مطرح می‌کند.<sup>(۱۸)</sup>

با وجود شواهد قوی، برخی مطالعات مانند مطالعات جیمز و همکاران (۲۰۰۷) و بالاساندرام و همکاران (۲۰۱۷) نتوانستند رابطه‌ی معناداری بین صافی کف پا و شدت کمردرد بیابند. این تناقضات ممکن است ناشی از تفاوت در ابزارهای ارزیابی، جمعیت نمونه، یا وجود متغیرهای مداخله‌گر مانند شاخص توده‌ی بدنی (BMI)، سن و سطح فعالیت بدنی باشد. برای مثال، مطالعاتی که افراد با BMI پایین‌تر یا فعالیت بدنی بالاتر را مورد بررسی قرار دادند ارتباط ضعیف‌تری گزارش کردند.<sup>(۸، ۱۱)</sup> در مقابل، مطالعه‌ی الموطیری و همکاران (۲۰۲۱) نشان داد که افراد دارای صافی کف پا که در مشاغل ایستاده یا با فعالیت‌های سنگین مشغول به کار هستند، بیشتر در معرض کمردرد قرار دارند (CI: ۱/۳\_۲/۷، ۹۵٪). (OR=۱/۹). این یافته‌ها بر اهمیت کنترل متغیرهای مداخله‌گر در طراحی مطالعات تأکید دارند.<sup>(۱۵)</sup>

از منظر عملکردی، صافی کف پا می‌تواند بر کیفیت زندگی و فعالیت‌های روزمره افراد تأثیر منفی بگذارد. نتایج حاصل از پرسش‌نامه‌ی Oswestry

## حامی مالی

این مطالعه از هیچ‌گونه حمایت مالی از سوی سازمان‌های دولتی، تجاری یا غیرانتفاعی بهره‌مند نشده است.

## ملاحظات اخلاقی (کد اخلاق)

با توجه به ماهیت این مطالعه، اخذ کد اخلاق ضرورت نداشته است.

## منابع

- Balagué F, Mannion AF, Pellisé F, Cedraschi C. Non-specific low back pain. *Lancet*. 2012 Feb 4; 379(9814): 482-91. doi: [10.1016/S0140-6736\(11\)60610-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60610-7). Epub 2011 Oct 6. PMID: 21982256.
- Shojaedin S S, karimi Z. Effect and durability of eight weeks of central stability and Pilates exercises on sensory function, quality of life and pain in women with non-specific chronic low back pain. *JAP* 2020; 10(4): 36-49 URL: <http://jap.iuums.ac.ir/article-1-5472-fa.html>
- Ferreira PH, Ferreira ML, Hodges PW. Changes in recruitment of the abdominal muscles in people with low back pain: ultrasound measurement of muscle activity. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004 Nov 15; 29(22): 2560-6. doi: [10.1097/01.brs.0000144410.89182.f9](https://doi.org/10.1097/01.brs.0000144410.89182.f9). PMID: 15543074.
- O'Leary CB, Cahill CR, Robinson AW, Barnes MJ, Hong J. A systematic review: the effects of podiatric deviations on nonspecific chronic low back pain. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2013; 26(2): 117-23. doi: [10.3233/BMR-130367](https://doi.org/10.3233/BMR-130367). PMID: 23640312.
- Katoh Y, Chao EY, Laughman RK, Schneider E, Morrey BF. Biomechanical analysis of foot function during gait and clinical applications. *Clin Orthop Relat Res*. 1983 Jul-Aug;(177):23-33. PMID: 6861400.
- Christensen K. Spinal biomechanics :What role do the feet play. *Dynamic Chiropractic*. 2007; 25(24): 1-4.
- Kosashvili Y, Fridman T, Backstein D, Safir O, Bar Ziv Y. The correlation between pes planus and anterior knee or intermittent low back pain. *Foot Ankle Int*. 2008 Sep; 29(9): 910-3. doi: [10.3113/FAI.2008.0910](https://doi.org/10.3113/FAI.2008.0910). PMID: 18778669.
- Balasundaram AP, Choudhury D. Association between hyper-pronated foot and the degree of severity of disability in patients with non-specific low back pain. *J Bodyw Mov Ther*. 2018 Jul; 22(3): 757-760. doi: [10.1016/j.jbmt.2017.11.012](https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.11.012). Epub 2017 Dec 9. PMID: 30100309.
- Pinto RZ, Souza TR, Trede RG, Kirkwood RN, Figueiredo EM, Fonseca ST. Bilateral and unilateral increases in calcaneal eversion affect pelvic alignment in standing position. *Man Ther*. 2008 Dec; 13(6): 513-9. doi: [10.1016/j.math.2007.06.004](https://doi.org/10.1016/j.math.2007.06.004). Epub 2007 Oct 1. PMID: 17910932.
- Farahpour N, Jafarnezhadgero A, Allard P, Majlesi M. Muscle activity and kinetics of lower limbs during walking in pronated feet individuals with and without low back pain. *J Electromyogr Kinesiol*. 2018 Apr; 39: 35-41. doi: [10.1016/j.jelekin.2018.01.006](https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2018.01.006). Epub 2018 Jan 31. PMID: 29413451.
- Brantingham JW, Adams KJ, Cooley JR, Globe D, Globe G. A single-blind pilot study to determine risk and association between navicular drop, calcaneal

Disability Index (ODI) نشان داد که بیماران مبتلا به صافی کف پا سطح بالاتری از ناتوانی عملکردی دارند. به‌طور خاص، مطالعه‌ی عموزاده و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کرد که میانگین نمره‌ی ODI در گروه مبتلا به صافی کف پا به‌طور معناداری بالاتر از گروه کنترل بود (۳۴/۵±۶/۲) در مقابل (۲۱/۸±۵/۴؛  $p < 0.001$ ) این یافته‌ها نشان‌دهنده‌ی تأثیر منفی صافی کف پا بر توانایی انجام فعالیت‌هایی مانند راه رفتن، نشستن طولانی‌مدت و بلند کردن اجسام است.<sup>(۱۷)</sup> با این حال، برخی مطالعات مانند مطالعه‌ی پراکاش و همکاران (۲۰۱۹) نتوانستند تفاوت معناداری در شدت ناتوانی عملکردی پیدا کنند که ممکن است ناشی از تفاوت در ابزارهای ارزیابی یا نمونه‌های مورد مطالعه باشد.<sup>(۱۴)</sup>

با توجه به تناقضات موجود، مطالعات آینده باید با طراحی طولی، استفاده از نمونه‌های بزرگ‌تر و کنترل دقیق‌تر متغیرهای مداخله‌گر انجام شوند. استفاده از روش‌های پیشرفته نظیر آنالیز حرکت سه‌بعدی و سنجش فشار کف پا می‌تواند درک دقیق‌تری از سازوکارهای بیومکانیکی فراهم کند. همچنین، بررسی تفاوت‌های جنسیتی و تأثیر سن بر تغییرات بیومکانیکی ناشی از صافی کف پا می‌تواند به شناسایی گروه‌های پرخطر کمک کند.<sup>(۱۷)</sup> محدودیت‌های این مطالعه شامل سوگیری انتشار، تفاوت در طراحی مطالعات مرور شده و کمبود داده‌های طولی بود. علاوه‌براین، تنوع در ابزارهای ارزیابی کف پا و کم‌مرد، مقایسه مستقیم نتایج را دشوار می‌کند. به‌منظور رفع این محدودیت‌ها، استفاده از ابزارهای استاندارد و ارزیابی‌های عینی در مطالعات آینده توصیه می‌شود.

## نتیجه‌گیری

یافته‌های این مطالعه بر اهمیت ارزیابی دقیق وضعیت کف پا در بیماران مبتلا به کم‌مرد مزمن تأکید دارد. این مرور نشان می‌دهد که صافی کف پا می‌تواند با افزایش شدت و تداوم کم‌مرد مزمن غیراختصاصی مرتبط باشد، هرچند این ارتباط در تمام مطالعات به‌طور یکنواخت تأیید نشده است. انجام مطالعات با طراحی دقیق‌تر و استفاده از روش‌های ارزیابی پیشرفته می‌تواند به شفاف‌سازی این ارتباط و توسعه‌ی راهکارهای درمانی و پیشگیرانه‌ی مؤثر کمک کند.

## تقدیر و تشکر

نویسندگان این مقاله مراتب سپاس و قدردانی خود را از تمامی پژوهشگران و نویسندگانی که آثار ارزشمندشان در این مطالعه‌ی مروری مورد استفاده و بررسی قرار گرفته است ابراز می‌دارند.

## تعارض منافع

تمامی نویسندگان تصریح می‌کنند که در ارتباط با این مقاله هیچ‌گونه تعارض منافع وجود ندارد.

- static balance in young adult individuals. *Acibadem Saglik Bilim Derg.* 2024; 15(3): 240-24
21. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther.* 2003 Aug; 83(8): 713-21. PMID: 12882612.
  22. de Morton NA. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Aust J Physiother.* 2009; 55(2): 129-33. doi: [10.1016/s0004-9514\(09\)70043-1](https://doi.org/10.1016/s0004-9514(09)70043-1). PMID: 19463084.
  23. Murley GS, Menz HB, Landorf KB. A protocol for classifying normal- and flat-arched foot posture for research studies using clinical and radiographic measurements. *J Foot Ankle Res.* 2009 Jul 4; 2: 22. doi: [10.1186/1757-1146-2-22](https://doi.org/10.1186/1757-1146-2-22). PMID: 19575811; PMCID: PMC3583243.
  24. Fatima S, Arsh A, Rahman N, Ullah A, Gohar M, Ahmad A. Frequency and Associated Factors of Knee and Low Back Pain among Adults with Pes Planus. *J Dow Univ Health Sci [Internet].* 2018 Dec. 19 [cited 2026 Jan. 26]; 12(3): 103-8. Available from: <https://www.jduhs.com/index.php/jduhs/article/view/699>
  25. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord.* 1992 Dec; 5(4): 383-9; discussion 397. doi: [10.1097/00002517-199212000-00001](https://doi.org/10.1097/00002517-199212000-00001). PMID: 1490034.
  26. MacDonald D, Moseley LG, Hodges PW. Why do some patients keep hurting their back? Evidence of ongoing back muscle dysfunction during remission from recurrent back pain. *Pain.* 2009 Apr; 142(3): 183-188. doi: [10.1016/j.pain.2008.12.002](https://doi.org/10.1016/j.pain.2008.12.002). Epub 2009 Jan 30. PMID: 19186001.
  27. Neal BS, Griffiths IB, Dowling GJ, Murley GS, Munteanu SE, Franettovich Smith MM, Collins NJ, Barton CJ. Foot posture as a risk factor for lower limb overuse injury: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res.* 2014 Dec 19; 7(1): 55. doi: [10.1186/s13047-014-0055-4](https://doi.org/10.1186/s13047-014-0055-4). PMID: 25558288; PMCID: PMC4282737.
  28. Khamis S, Yizhar Z. Effect of feet hyperpronation on pelvic alignment in a standing position. *Gait Posture.* 2007 Jan; 25(1): 127-34. doi: [10.1016/j.gaitpost.2006.02.005](https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2006.02.005). Epub 2006 Apr 18. PMID: 16621569.
  29. .
  30. .
  31. .
  32. .
  33. .
  34. .
  35. .
  36. .
  37. .
  38. .
  39. .
  40. .
  41. .
  42. .
  43. .
  44. .
  45. .
  46. .
  47. .
  48. .
  49. .
  50. .
  51. .
  52. .
  53. .
  54. .
  55. .
  56. .
  57. .
  58. .
  59. .
  60. .
  61. .
  62. .
  63. .
  64. .
  65. .
  66. .
  67. .
  68. .
  69. .
  70. .
  71. .
  72. .
  73. .
  74. .
  75. .
  76. .
  77. .
  78. .
  79. .
  80. .
  81. .
  82. .
  83. .
  84. .
  85. .
  86. .
  87. .
  88. .
  89. .
  90. .
  91. .
  92. .
  93. .
  94. .
  95. .
  96. .
  97. .
  98. .
  99. .
  100. .
  101. .
  102. .
  103. .
  104. .
  105. .
  106. .
  107. .
  108. .
  109. .
  110. .
  111. .
  112. .
  113. .
  114. .
  115. .
  116. .
  117. .
  118. .
  119. .
  120. .
  121. .
  122. .
  123. .
  124. .
  125. .
  126. .
  127. .
  128. .
  129. .
  130. .
  131. .
  132. .
  133. .
  134. .
  135. .
  136. .
  137. .
  138. .
  139. .
  140. .
  141. .
  142. .
  143. .
  144. .
  145. .
  146. .
  147. .
  148. .
  149. .
  150. .
  151. .
  152. .
  153. .
  154. .
  155. .
  156. .
  157. .
  158. .
  159. .
  160. .
  161. .
  162. .
  163. .
  164. .
  165. .
  166. .
  167. .
  168. .
  169. .
  170. .
  171. .
  172. .
  173. .
  174. .
  175. .
  176. .
  177. .
  178. .
  179. .
  180. .
  181. .
  182. .
  183. .
  184. .
  185. .
  186. .
  187. .
  188. .
  189. .
  190. .
  191. .
  192. .
  193. .
  194. .
  195. .
  196. .
  197. .
  198. .
  199. .
  200. .
  201. .
  202. .
  203. .
  204. .
  205. .
  206. .
  207. .
  208. .
  209. .
  210. .
  211. .
  212. .
  213. .
  214. .
  215. .
  216. .
  217. .
  218. .
  219. .
  220. .
  221. .
  222. .
  223. .
  224. .
  225. .
  226. .
  227. .
  228. .
  229. .
  230. .
  231. .
  232. .
  233. .
  234. .
  235. .
  236. .
  237. .
  238. .
  239. .
  240. .
  241. .
  242. .
  243. .
  244. .
  245. .
  246. .
  247. .
  248. .
  249. .
  250. .
  251. .
  252. .
  253. .
  254. .
  255. .
  256. .
  257. .
  258. .
  259. .
  260. .
  261. .
  262. .
  263. .
  264. .
  265. .
  266. .
  267. .
  268. .
  269. .
  270. .
  271. .
  272. .
  273. .
  274. .
  275. .
  276. .
  277. .
  278. .
  279. .
  280. .
  281. .
  282. .
  283. .
  284. .
  285. .
  286. .
  287. .
  288. .
  289. .
  290. .
  291. .
  292. .
  293. .
  294. .
  295. .
  296. .
  297. .
  298. .
  299. .
  300. .
  301. .
  302. .
  303. .
  304. .
  305. .
  306. .
  307. .
  308. .
  309. .
  310. .
  311. .
  312. .
  313. .
  314. .
  315. .
  316. .
  317. .
  318. .
  319. .
  320. .
  321. .
  322. .
  323. .
  324. .
  325. .
  326. .
  327. .
  328. .
  329. .
  330. .
  331. .
  332. .
  333. .
  334. .
  335. .
  336. .
  337. .
  338. .
  339. .
  340. .
  341. .
  342. .
  343. .
  344. .
  345. .
  346. .
  347. .
  348. .
  349. .
  350. .
  351. .
  352. .
  353. .
  354. .
  355. .
  356. .
  357. .
  358. .
  359. .
  360. .
  361. .
  362. .
  363. .
  364. .
  365. .
  366. .
  367. .
  368. .
  369. .
  370. .
  371. .
  372. .
  373. .
  374. .
  375. .
  376. .
  377. .
  378. .
  379. .
  380. .
  381. .
  382. .
  383. .
  384. .
  385. .
  386. .
  387. .
  388. .
  389. .
  390. .
  391. .
  392. .
  393. .
  394. .
  395. .
  396. .
  397. .
  398. .
  399. .
  400. .
  401. .
  402. .
  403. .
  404. .
  405. .
  406. .
  407. .
  408. .
  409. .
  410. .
  411. .
  412. .
  413. .
  414. .
  415. .
  416. .
  417. .
  418. .
  419. .
  420. .
  421. .
  422. .
  423. .
  424. .
  425. .
  426. .
  427. .
  428. .
  429. .
  430. .
  431. .
  432. .
  433. .
  434. .
  435. .
  436. .
  437. .
  438. .
  439. .
  440. .
  441. .
  442. .
  443. .
  444. .
  445. .
  446. .
  447. .
  448. .
  449. .
  450. .
  451. .
  452. .
  453. .
  454. .
  455. .
  456. .
  457. .
  458. .
  459. .
  460. .
  461. .
  462. .
  463. .
  464. .
  465. .
  466. .
  467. .
  468. .
  469. .
  470. .
  471. .
  472. .
  473. .
  474. .
  475. .
  476. .
  477. .
  478. .
  479. .
  480. .
  481. .
  482. .
  483. .
  484. .
  485. .
  486. .
  487. .
  488. .
  489. .
  490. .
  491. .
  492. .
  493. .
  494. .
  495. .
  496. .
  497. .
  498. .
  499. .
  500. .

## مدیریت جوش نخوردن هر دو استخوان ساعد عفونی با پلاک‌گذاری اولنار و پیوند استخوان رادیوس

## آنله

## (گزارش موردی)

## چکیده

جوش نخوردن عفونی هر دو استخوان ساعد، چالش‌های درمانی قابل توجهی را به همراه دارد. روش‌های مرسوم اغلب شامل تثبیت طولانی‌مدت یا تکنیک‌های پیوند پیچیده با نتایج عملکردی متغیر هستند. یک زن دیابتی ۴۹ ساله با ترشح چرکی و جوش نخوردن ناموفق پس از دو عمل جراحی قبلی برای شکستگی‌های باز ساعد مراجعه کرد. رادیوگرافی‌ها، جوش نخوردن عفونی را با سخت‌افزار باقی‌مانده تأیید کردند. یک پروتکل مرحله‌ای انجام شد: (۱) دبریدمان رادیکال، پلاک‌گذاری اولنار و قرار دادن فاصله‌دهنده سیمان آنتی‌بیوتیکی در نقص رادیوس؛ (۲) پس از آنتی‌بیوتیک‌های موقت، برداشتن فاصله‌دهنده و بازسازی رادیوس با اتوگرافت تاج ایلپاک تریکور تیکال که با پیچ ثابت شده و با پیوند اسفنجی تقویت شده است. در پیگیری ۲۴ هفته‌ای، جوش خوردن رادیوسوگرافیک بدون عود عفونت حاصل شد. تقریباً ۹۰ درصد از دامنه‌ی حرکتی ساعد طرف مقابل بازیابی شد و هیچ عارضه‌ای در محل اهداکننده وجود نداشت. این رویکرد - ترکیبی از تثبیت فوری استخوان زند زبرین (اولنا) با بازسازی مرحله‌ای استخوان زند زبرین (رادیوس) با استفاده از تکنیک ماسکولت - به‌طور مؤثری عفونت را برطرف کرده و عملکرد را در جوش‌نخورده‌ی پیچیده‌ی هر دو استخوان بازیابی می‌کند. این روش تعادلی استراتژیک از اصول مکانیکی و بیولوژیکی را برای بازسازی چالش‌برانگیز اندام فوقانی نشان می‌دهد.

واژگان کلیدی: شکستگی‌های جوش‌نخورده، استئومیلیت، شکستگی‌های رادیوس، شکستگی‌های اولنا

پذیرش مقاله: ۴۲ روز قبل از چاپ

دکتر رضا بابایی،<sup>۱</sup> دکتر مینا غریبی،<sup>۲</sup> آیدا کرمی،<sup>۱</sup> سیدحسین حیدری

## مقدمه

جوش نخوردن استخوان ساعد چالشی پیچیده و ناتوان‌کننده در جراحی ترومای ارتوپدی است که عملکرد اندام فوقانی را به‌طور قابل توجهی مختل می‌کند. جوش نخوردن عفونی - به‌ویژه شامل هر دو استخوان رادیوس و اولنا - مدیریت را به دلیل بار دوگانه‌ی ناپایداری مکانیکی و عفونت مزمن پیچیده‌تر می‌کند.<sup>(۱)</sup> این وضعیت با وجود اینکه نسبتاً نادر است، کیفیت زندگی بیماران، توانایی شغلی و استفاده از منابع مراقبت‌های بهداشتی تحت تأثیر قرار می‌دهد.<sup>(۲)</sup> استراتژی‌های کنونی اغلب شامل پروتکل‌های مرحله‌ای هستند. پراسارن و همکاران (Prasarn) به درمان نقص‌های سگمنتال با پیوند استخوان تاج ایلپاک و بهبود ثانویه زخم پرداختند که به مصرف طولانی‌مدت آنتی‌بیوتیک‌های داخل وریدی نیاز داشت.<sup>(۳)</sup> ابید (Ebied) و همکاران از فیکساتور خارجی ایلپازروف همراه با پیوند استخوان پس از دبریدمان اولیه استفاده کردند<sup>(۴)</sup>، درحالی‌که دار (Dhar) و همکاران از تکنیک ماسکوله (غشای القاشده) را با استفاده از فضا‌سازهای سیمان حاوی آنتی‌بیوتیک و اتوگرافت تأخیری به کار بردند.<sup>(۵)</sup> با وجود اینکه این روش‌ها به جوش خوردن منتهی می‌شوند، محدودیت‌هایی همچنان وجود دارد - از جمله مدت طولانی فیکساتور خارجی، عوارض محل اهداکننده، بهبود یا بازیابی عملکرد نامنظم و نیاز به جراحی‌های متعدد.

ساعد مانند واحد کینماتیکی عمل می‌کند که آرنج، مچ دست و غشای بین استخوانی را یکپارچه می‌سازد.<sup>(۶)</sup> بنابراین، بازسازی موفقیت‌آمیز نه تنها نیازمند ریشه‌کن کردن عفونت و ترمیم استخوان است، بلکه مستلزم بازیابی ثبات چرخشی و تحرک مفاصل مجاور نیز هست. هیچ اجماع یا توافق نظر مشخصی درباره‌ی بهترین روش برای جوش‌نخورده‌ی هر دو استخوان با نقص‌های سگمنتال وجود ندارد، درحالی‌که دستیابی به ثبات مکانیکی و بازسازی بیولوژیک هم‌زمان اهمیت حیاتی دارد.

مرکز تحقیقات توانبخشی ارتوپدی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران  
۲. گروه اتاق عمل، دانشکده‌ی پرستاری و مامایی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز

نویسنده‌ی مسئول: سیدحسین حیدری

Email: seiedhosseinheidari@gmail.com

که اولنا، که بستر زخم تمیزی را نشان می‌داد، با پلاک تثبیت شد. سپس، بیمار به مدت دو هفته آنتی بیوتیک داخل وریدی مطابق با نتایج کشت مستقیم دریافت کرد و پس از آن به مدت چهار هفته آنتی بیوتیک خوراکی طبق تجویز متخصص بیماری‌های عفونی مصرف کرد.



شکل ۲: تصاویری که صفحه‌ی داخلی و پیچ‌های قرارداده شده در طول جراحی اولیه را نشان می‌دهند

دو هفته پس از قرار دادن سیمان، فضا ساز آنتی بیوتیکی در طول جراحی مرحله‌ی دوم برداشته شد و پیوند استخوان سه‌لایه‌ای از تاج ایلپاک برداشته شد و برای قرار گرفتن در نقص رادیوس شکل داده شد. این پیوند با سه پیچ تثبیت شد و نقص اطراف آن با استخوان اسفنجی اتوژن، که از همان محل ایلپاک برداشته شده بود، پر شد (شکل ۳). پس از عمل، گچ بلند بازو به مدت هشت هفته نگه داشته شد و پس از آن فیزیوتراپی تحت نظارت برای بازیابی دامنه‌ی حرکتی آغاز شد. در پیگیری نهایی، جوش خوردن رادیوگرافی تأیید شد (شکل ۴) و بیمار تقریباً ۹۰ درصد دامنه‌ی حرکتی را در مقایسه با ساعد طرف مقابل به دست آورد (شکل ۴) و هیچ عارضه‌ای در محل اهداکننده‌ی پیوند ایلپاک گزارش نشد.

## بحث

جوش نخوردن عفونی هر دو استخوان ساعد نوعی چالش بالینی جدی را نشان می‌دهد که با بیومکانیک پیچیده‌ی ساعد به عنوان واحدی عملکردی و یکپارچه شامل آرنج، مچ دست و غشای بین استخوانی تشدید می‌شود.<sup>(۶، ۷)</sup> این مورد نشان می‌دهد که چگونه پروتکلی مرحله‌ای - ترکیب پلاک گذاری فوری اولنا با بازسازی رادیال ماسکولت - می‌تواند هم‌زمان حذف و ریشه‌کنی عفونت و بازیابی عملکرد را مدیریت کند. منطق مدیریت متفاوت دو استخوان به بررسی دقیق نیاز دارد. با

ما اصلاحیه‌ای از تکنیک ماسکله را برای جوش‌نخوردگی عفونی هر دو استخوان ساعد ارائه می‌کنیم: پلاک گذاری فوری اولنا همراه با بازسازی رادیوس با استفاده از فضا ساز سیمانی آنتی بیوتیک و به دنبال آن پیوند بعدی استخوان ایلپاک سه‌لایه (tricortical onlay graft). هدف این رویکرد تأمین ثبات فوری برای یک استخوان و درعین حال استفاده از بیولوژی غشای القاشده برای استخوان دیگر است که به طور بالقوه عملکرد نهایی اندام را بهینه می‌کند.

## معرفی مورد

زنی ۴۹ ساله که به دیابت مزمن مبتلا بود به دلیل عفونت مکرر و ترشح مداوم زخم پس از دو عمل جراحی قبلی برای شکستگی باز هر دو استخوان ساعد به کلینیک ما مراجعه کرد. آسیب اولیه‌ی او به شکستگی‌های بخش دیستال رادیوس و اولنا منجر شد (شکل ۱) و پس از انجام فیکساسیون اولیه در مرکزی دیگر (شکل ۲)، دچار عدم جوش خوردگی عفونی شد که به جراحی ترمیمی نیاز داشت، اما عفونت برطرف نشد.



شکل ۱: یافته‌های رادیوگرافی قبل از عمل، شکستگی‌های انتهایی رادیوس و اولنا را نشان می‌دهد

پس از مراجعه، ترشحات چرکی شدید از محل زخم مشاهده شد و ارزیابی رادیوگرافی تأیید کرد که بیمار با عدم جوش خوردگی عفونی مواجه است و ابزار تثبیت در هر دو استخوان ساعد باقی مانده است. تحت مراقبت گروه ارتوپدی، بیمار تحت جراحی دبرید با برداشتن تمام ابزارهای قبلی و به دنبال آن شست‌وشو و دبرید گسترده قرار گرفت. چهل و هشت ساعت پس از عمل، شست‌وشو و دبرید مجدد انجام شد و پس از آن سیمان استخوانی آغشته به آنتی بیوتیک در نقص رادیوس قرار داده شد، در حالی

خود را بازیافت که از بازیابی چرخشی در گروه‌های ایلیزاروف<sup>(۳)</sup> فراتر رفت و به نتایج پلاک‌گذاری در سری غیرعفونی ریگان (Regan) و همکاران<sup>(۹)</sup> نزدیک شد.



شکل ۴: الف) نتیجه‌ی عملکردی؛ ب) پرونیشن

با توجه به کارایی فنی، تثبیت فوری اولنا، در مقایسه با مرحله‌بندی دو استخوان، زمان کل درمان را کاهش داد، که این نتایج با تأکید هویت (Hoit) و همکاران بر پایداری مکانیکی اولیه در جوش‌نخوردگی‌های عفونی همسو است.<sup>(۱۰)</sup>

قابل توجه است که موفقیت در این بیمار دیابتی - جمعیتی که در معرض ریسک بالای ترمیم ضعیف هستند<sup>(۱۱)</sup> - اثربخشی بیولوژیک این تکنیک را برجسته می‌کند. با این حال، محدودیت‌هایی نیز وجود دارند که باید به آن‌ها توجه شود. همان‌طور که اشتاینمتز (Steinmetz) و همکاران تأکید می‌کنند،<sup>(۱۱)</sup> مدیریت عفونت به آنتی‌بیوتیک‌های مبتنی بر کشت نیاز دارد، درحالی‌که رژیم موقت ما، به‌جای داده‌های خاص پاتوژن، از پروتکل‌های استاندارد پیروی می‌کرد. علاوه بر این، در حالی که پیوند سه‌لایه‌ای برای این نقص کافی بود، از دست دادن بخش‌های بزرگ‌تر سگمنتال ممکن است مانند سری دیویس و همکاران<sup>(۸)</sup> به پیوندهای عروقی نیاز داشته باشد.

### نتیجه‌گیری

این مورد نشان می‌دهد که مدیریت مرحله‌ای جوش نخوردن هر دو استخوان ساعد عفونی - ترکیبی از پلاک‌گذاری اولیه اولنا با بازسازی

پلاک‌گذاری اولنا در طول دبیرد اولیه، به ثبات فوری در استخوانی با بافت نرم زنده دست یافتیم، در حالی که نقص رادیوس درون فضا ساز سیمانی حاوی آنتی‌بیوتیک قرار داشت. این رویکرد با اصل ریچاردز (Richards' principle) درباره‌ی درمان ساعد به‌عنوان زنجیره‌ای جنبشی همسو است،<sup>(۱)</sup> که در آن تثبیت یک استخوان در طول مرحله‌ی کنترل عفونت آناتومی عملکردی را حفظ می‌کند.

استراتژی بیولوژیکی برای بازسازی رادیوس از تکنیک غشای القاشده بهره برده است<sup>(۴)</sup> که محیطی عروقی و مساعد برای پذیرش پیوند مناسب ایجاد می‌کند. استفاده‌ی ما از اتوزن ایلپاک سه‌لایه با روش آلوگرافت حجیم دیویس (Davis) و همکاران<sup>(۸)</sup> تفاوت چشمگیری دارد، در حالی که ۵۷ درصد از بیماران برای جوش خوردن به اقدامات ثانویه نیاز داشتند. خواص استخوان‌سازی استئوژنیک پیوند اتوزن احتمالاً در اولین تلاش ما برای دستیابی به جوش خوردن به ما کمک کرده است و از شکست در پذیرش پیوند آلوگرافت جلوگیری کرده است. علاوه بر این، اجتناب از فیکساتور خارجی - همان‌طور که در پروتکل ایلیزاروف (Ilizarov protocol) ابید (Ebied) و همکاران استفاده می‌شود<sup>(۳)</sup> - از عوارض محل بین جلوگیری کرد و امکان توان‌بخشی سریع‌تر را فراهم ساخت.



شکل ۳: جراحی نهایی الف) عکس رادیولوژی (نمای جانبی)؛ ب) عکس رادیولوژی (نمای AP)

تحقیقات نشان دادند که تحلیل مقایسه‌ای مزایای مهمی در مقایسه با رویکردهای بدیل دارد. از نظر کنترل عفونت، پروتکل ما موفق شد به ریشه‌کنی قطعی عفونت بدون دست یابد، که به همان نتایج ماسکله‌ی دار و همکاران<sup>(۴)</sup> دست یافت، اما از تکنیک پیوند باز پراسارن و همکاران<sup>(۳)</sup> که عفونت مجدد را در نقص‌های دیافیزال گزارش کرده بود، پیشی گرفت. با مقایسه‌ی نتایج عملکردی، بیمار ما حدود ۹۰ درصد از دامنه‌ی حرکتی

5. Skahen JR 3rd, Palmer AK, Werner FW, Fortino MD. The interosseous membrane of the forearm: anatomy and function. *J Hand Surg Am.* 1997 Nov; 22(6): 981-5. doi: [10.1016/S0363-5023\(97\)80036-6](https://doi.org/10.1016/S0363-5023(97)80036-6). PMID: 9471064.
6. Chloros GD, Kanakaris NK, Vun JSH, Howard A, Giannoudis PV. Scoring systems for early prediction of tibial fracture non-union: an update. *Int Orthop.* 2021 Aug; 45(8): 2081-2091. doi: [10.1007/s00264-021-05088-0](https://doi.org/10.1007/s00264-021-05088-0). Epub 2021 Jun 15. PMID: 34131766; PMCID: PMC8338854.
7. Richard MJ, Ruch DS, Aldridge JM 3rd. Malunions and nonunions of the forearm. *Hand Clin.* 2007 May; 23(2): 235-43, vii. doi: [10.1016/j.hcl.2007.02.005](https://doi.org/10.1016/j.hcl.2007.02.005). PMID: 17548014.
8. Davis JA, Choo A, O'Connor DP, Brinker MR. Treatment of Infected Forearm Nonunions With Large Complete Segmental Defects Using Bulk Allograft and Intramedullary Fixation. *J Hand Surg Am.* 2016 Sep; 41(9): 881-7. doi: [10.1016/j.jhsa.2016.05.021](https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2016.05.021). Epub 2016 Jul 9. PMID: 27406322.
9. Regan DK, Crespo AM, Konda SR, Egol KA. Functional Outcomes of Compression Plating and Bone Grafting for Operative Treatment of Nonunions About the Forearm. *J Hand Surg Am.* 2018 Jun; 43(6): 564.e1-564.e9. doi: [10.1016/j.jhsa.2017.10.039](https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2017.10.039). Epub 2017 Dec 8. PMID: 29224947.
10. Hoit G, Bonyun M, Nauth A. Hardware considerations in infection and nonunion management: When and how to revise the fixation. *OTA Int.* 2020 Mar 23; 3(1): e055. doi: [10.1097/OI9.000000000000055](https://doi.org/10.1097/OI9.000000000000055). PMID: 33937680; PMCID: PMC8081462.
11. Steinmetz S, Wernly D, Moerenhout K, Trampuz A, Borens O. Infection after fracture fixation. *EFORT Open Rev.* 2019 Jul 15; 4(7): 468-475. doi: [10.1302/2058-5241.4.180093](https://doi.org/10.1302/2058-5241.4.180093). PMID: 31423330; PMCID: PMC6667977.

تاخیری رادیوس از طریق تکنیک ماسکله و اتوزن ایلپاک سه‌لایه - بدیلی مناسبی برای روش‌های مرسوم به شمار می‌رود. این پروتکل به ریشه‌کنی قطعی عفونت، جوش خوردن رادیوگرافیک و بازیابی تقریباً ۹۰ درصد از دامنه‌ی حرکتی عملکردی اندام مقابل دست یافت. درحالی‌که این رویکرد در این بیمار دیابتی با جراحی‌های ناموفق قبلی موفقیت‌آمیز بود، اثربخشی آن به اعتبارسنجی و تأیید بیشتر در گروه‌های بزرگ‌تر نیاز دارد. درعین‌حال، این روش نوعی تعادل استراتژیک بین تثبیت مکانیکی و تقویت بیولوژیک را برای بازسازی پیچیده‌ی اندام فوقانی ارائه می‌دهد.

#### بیانیه‌ی اخلاقی

رضایت کتبی آگاهانه برای انتشار گرفته شد. طبق سیاست محلی برای گزارش‌های موردی بدون هویت، از بررسی نهادی صرف‌نظر شد.

#### منابع

1. Richards RR. Chronic disorders of the forearm. *J Bone Joint Surg Am.* 1996 Jun; 78(6): 916-30. doi: [10.2106/00004623-199606000-00017](https://doi.org/10.2106/00004623-199606000-00017). PMID: 8666612.
2. Prasarn ML, Ouellette EA, Miller DR. Infected nonunions of diaphyseal fractures of the forearm. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2010 Jul; 130(7): 867-73. doi: [10.1007/s00402-009-1016-4](https://doi.org/10.1007/s00402-009-1016-4). Epub 2009 Dec 10. PMID: 20012074.
3. Ebied AM, Elseedy AI. Treatment of infected nonunion of forearm bones by ring external fixator. *Egypt Orthop J.* 2018; 53: 341-347.
4. Dhar SA, Dar TA, Mir NA. Management of Infected Nonunion of the Forearm by the Masquelet Technique. *Strategies Trauma Limb Reconstr.* 2019 Jan-Apr; 14(1): 1-5. doi: [10.5005/jp-journals-10080-1411](https://doi.org/10.5005/jp-journals-10080-1411). PMID: 32559259; PMCID: PMC7001591.

## نمایه نویسندگان

## مجله جراحی استخوان و مفاصل ایران

## (دوره بیست و سوم، شماره‌های ۱ تا ۴)

شیبانی، محمد..... ۱۶-۲۱، ۱۰-۶، ۵-۱	آذر سینا، سلمان..... ۱۶-۲۱، ۱۵-۱۱، ۵-۱
صادقی‌فر، امیررضا..... ۵-۱	اسعدی، علیرضا..... ۱۶۴-۱۵۷، ۱۷۱-۱۶۵، ۱۷۹-۱۷۲، ۱۸۴-۱۸۰
صاحب‌الزمانی، منصور..... ۲۰۸-۲۰۰	ایل‌کا، شهاب..... ۱۸۸-۱۸۵
عزیزمنش، محمد..... ۱۵-۱۱	احمدزاده حشمتی، افشین..... ۱۸۸-۱۸۵
عزیزی، محمد..... ۱۹۹-۱۸۹	ابویی، مهسا..... ۱۸۸-۱۸۵
غریبی، مینا..... ۲۱۲-۲۰۹	بحری، محمدهادی..... ۱۵-۱۱
قاسمی، سید الهام السادات..... ۵-۱	بهزادی، میلاد..... ۲۱-۱۶
کلاتتری، امیررضا..... ۵-۱	بنی‌اسدی، مجتبی..... ۱۸۴-۱۸۰
کریمی رزوه، جواد..... ۱۵-۱۱	بحیرایی، سعید..... ۲۰۸-۲۰۰
کریمی، مریم..... ۱۷۱-۱۶۵	بابایی، رضا..... ۲۱۲-۲۰۹
کاظمی، سیدمرتضی..... ۱۹۹-۱۸۹	پرهام‌فر، محمد..... ۱۷۱-۱۶۵
کرمی، آیدا..... ۲۱۲-۲۰۹	جلیلی، فرشاد..... ۱۷۹-۱۷۲
میرحسینی، محمدسجاد..... ۱۶-۲۱، ۱۰-۶	حاج‌طالبی، فرناز..... ۵-۱
مطفی‌فرد، مهدی..... ۱۷۲-۱۷۹، ۱۷۱-۱۶۵، ۱۶۴-۱۵۷	حسینی‌آذر، پیمان محمد..... ۱۰-۶
میرزایی سوسفیدی، امیررضا..... ۱۸۸-۱۸۵	حیدری، سیدحسین..... ۲۱۲-۲۰۹
مهدوی، مهیار..... ۱۹۹-۱۸۹	خندان، الهه..... ۲۱-۱۶
متشکره، سیدمحمدمیثاق..... ۱۹۹-۱۸۹	چقامیرزایی، پوریا..... ۱۵-۱۱
مصلح، حمیدرضا..... ۱۹۹-۱۸۹	ذاکر مشفق، مانا..... ۱۹۹-۱۸۹
مرادی وستگانی، فریبا..... ۲۰۸-۲۰۰	رستمی، محمد..... ۱۸۴-۱۸۰
نجفی، آروین..... ۱۶-۲۱، ۱۵-۱۱	رحمانی، شهریار..... ۱۸۴-۱۸۰
نصرت‌پور، میعاد..... ۱۹۹-۱۸۹	رستگار، شیروان..... ۱۷۹-۱۷۲
هادوی، درسا..... ۱۶-۲۱، ۱۵-۱۱	زمانیان، محمدرضا..... ۱۶۴-۱۵۷
هادیان، مهدی..... ۱۸۴-۱۸۰، ۱۷۹-۱۷۲، ۱۷۱-۱۶۵، ۱۶۴-۱۵۷	زارعی، هوشمند..... ۱۹۹-۱۸۹
	سعیدیان، زینب..... ۱۷۹-۱۷۲

## نمایه موضوعی

### مجله جراحی استخوان و مفاصل ایران

#### (دوره بیست و سوم، شماره‌های ۱ تا ۴)

(۱-آ)

آرتروپلاستی تعویض مفصل زانو..... ۷۶-۸۱  
 آرتروپلاستی کامل زانو..... ۱۸۹-۱۹۹، ۱۵۷-۱۶۴، ۱۵۵-۱۶۳، ۱۱۵-۱۲۲  
 آرتروپلاستی کامل مفصل ران..... ۱۷۱-۱۶۵  
 آرتروز..... ۱۵۵-۱۶۳، ۱۰۹-۱۱۴  
 آزمایش‌های خوشناسی..... ۶۰-۶۴  
 آزمایش‌های سرولوژی..... ۶۰-۶۴  
 آسیب‌های انگشت..... ۲۸-۳۵  
 آمبولی چربی..... ۱۱-۱۵  
 استابولوم..... ۸۰-۸۹  
 استخوان اسکافوئید..... ۱۲۳-۱۲۷  
 اسکولیوز..... ۷۱-۷۵  
 استئوتومی..... ۱۸۹-۱۹۹، ۲۲-۲۷  
 استئونکروز..... ۱۲۳-۱۲۷  
 استئومیلیت..... ۲۰۹-۲۱۲  
 اعتیاد به تریاک..... ۱-۵  
 افسردگی..... ۱۰۲-۱۰۸  
 اقدامات ارتوپدی..... ۱۸۸-۱۸۵  
 التهاب فاشیای کف پا..... ۴۷-۵۲  
 اینتر تروکانتریک..... ۶-۱۰

(ب)

بازسازی رباط صلیبی قدامی..... ۱-۵  
 بهبود زخم..... ۲۸-۳۵  
 بهبود شکستگی..... ۱۷۲-۱۷۹  
 بیومکانیک..... ۲۰۰-۲۰۸

(پ)

پاشنه..... ۴۷-۵۲  
 پتلا..... ۷۶-۸۱  
 پروتز مفصل ران..... ۱۷۱-۱۶۵  
 پنتوکسی فیلین..... ۲۸-۳۵  
 پوکی استخوان..... ۱۰۲-۱۰۸  
 پیچ‌های استخوانی..... ۱۲۸-۱۴۷  
 پیچ‌های پدیکول..... ۱۲۸-۱۴۷  
 پیوند استخوان..... ۱۲۳-۱۲۷، ۵۳-۵۹  
 پیوند عضو..... ۱۱-۱۵

(ت)

تثبیت شکستگی..... ۶۵-۷۰، ۶-۱۰  
 تثبیت کننده‌های داخلی..... ۱۱۵-۱۲۲، ۶-۱۰  
 تروما..... ۹۵-۱۰۱

(ج)

جداشدگی..... ۱۴۸-۱۵۱  
 جراحی ستون فقرات..... ۷۱-۷۵  
 جراحی فمور..... ۹۰-۹۴  
 جراحی مجدد..... ۸۲-۸۹

(د)

دانسیتومتری..... ۱۰۲-۱۰۸  
 درد..... ۱۱۵-۱۲۲، ۱۰۹-۱۱۴  
 دررفتگی زانو..... ۱۸۰-۱۸۴  
 دستگاه‌های تثبیت ارتوپدی..... ۱۲۸-۱۴۷  
 درمان با امواج شوک دهنده..... ۴۷-۵۲  
 دولوکستین..... ۱۱۵-۱۲۲

(ر)

رادیوگرافی..... ۲۲-۲۷  
 رادیولوژی..... ۳۹-۴۶

(ز)

زانو..... ۱۸۹-۱۹۹، ۱۱۵-۱۲۲، ۱۰۹-۱۱۴

(س)

ساکرال..... ۳۶-۳۸  
 ستون فقرات..... ۳۶-۳۸، ۲۲-۲۷  
 سیمان استخوانی..... ۱۵۲-۱۵۶، ۸۲-۸۹

(ش)

شاخص توده‌ی بدنی..... ۱۵۷-۱۶۴  
 شانه‌ی یخ‌زده..... ۶۰-۶۴  
 شکستگی..... ۶-۱۰  
 شکستگی‌های استخوان..... ۶۵-۷۰  
 شکستگی‌های استخوان تیبیا..... ۱۷۲-۱۷۹  
 شکستگی‌های اطراف پروتز..... ۱۵۷-۱۶۴  
 شکستگی‌های اولنا..... ۲۰۹-۲۱۲  
 شکستگی‌های جوش نخورده..... ۲۰۹-۲۱۲  
 شکستگی دیستال رادیوس..... ۱۶-۲۱  
 شکستگی‌های رادیوس..... ۲۰۹-۲۱۲  
 شکستگی‌های سالتر-هریس..... ۱۸۸-۱۸۵  
 شکستگی گردن استخوان ران..... ۱۴۸-۱۵۱  
 صفحه‌ی رشد..... ۱۸۸-۱۸۵

(ض)

ضایعه‌ی بحرانی استخوان..... ۳۹-۴۶

(ع)

عوامل خطر..... ۱۵۷-۱۶۴

(ف)

لگن..... ۳۶-۳۸	فیبرین غنی از پلاکت و لوکوسیت..... ۳۹-۴۶
(م)	فیکساتورهای خارجی..... ۱۶-۲۱
مرور سیستماتیک..... ۲۰۰-۲۰۸	فیکساتورهای داخلی..... ۱۶-۲۱
مصرف دخانیات..... ۱-۵	(ق)
مفاصل..... ۱۸۰-۱۸۴	قطع عضو..... ۹۵-۱۰۱
مفصل پاتلوفمورال..... ۷۶-۸۱	قطع عضو تروماتیک..... ۲۸-۳۵
ممانتین..... ۱۱۵-۱۲۲	(ک)
مواد مخدر اینتراتکال..... ۹۰-۹۴	کیسولیت چسبنده..... ۶۰-۶۴
موش صحرایی..... ۵۳-۵۹	کشکک..... ۶۵-۷۰
(ن)	کف پا..... ۴۷-۵۲
نتایج..... ۱۸۹-۱۹۹	کف پای صاف..... ۲۰۰-۲۰۸
نتیجه‌ی درمان..... ۱۷۲-۱۷۹، ۱۷۱-۱۶۵، ۴۷-۵۲	کمردرد..... ۲۰۰-۲۰۸
(ه)	کمک غذایی..... ۱۰۹-۱۱۴
هموگلوبین..... ۷۱-۷۵	کیتوزان..... ۵۳-۵۹
	کیفیت بی‌حسی نخاعی..... ۹۰-۹۴
	کیفیت زندگی..... ۹۵-۱۰۱

Subject Indexes  
Iranian Journal of Orthopaedic Surgery  
(Volume 23, No. 1-4)

Acetabulum.....	86-93	Low back pain.....	210-219
Adhesive capsulitis.....	64-68	Memantine.....	120-127
Amputation.....	99-105	Opium addiction.....	1-5
Anterior cruciate ligament reconstruction.....	1-5	Organ transplantation.....	12-17
Biomechanics.....	210-219	Orthopedic fixation devices.....	133-152
Blood transfusion.....	75-79	Orthopedic procedures.....	194-197
Body mass index.....	165-172	Osteoarthritis.....	113-119
Bone cement.....	86-93, 158-163	Osteoarthritis.....	158-163
Bone fractures.....	69-74	Osteomyelitis.....	220-223
Bone grafting.....	57-63	Osteonecrosis.....	128-132
Bone healing.....	42-49	Osteoporosis.....	106-112
Bone regeneration.....	57-63	Osteotomy.....	24-28
Bone screws.....	133-152	Outcomes.....	198-209
Bone transplantation.....	128-132	Pain.....	113-119, 120-127
Chitosan.....	57-63	Patella.....	69-74, 80-85
Complete Blood Count (CBC).....	75-79	Patellofemoral joint.....	80-85
Critical defect.....	42-49	Patient positioning.....	153-157
Densitometry.....	106-112	Pedicle screws.....	133-152
Depression.....	106-112	Pelvis.....	38-41
Disarticulation.....	153-157	Pentoxifylline.....	29-37
Distal radius fracture.....	18-23	Periprosthetic fractures.....	165-172
Duloxetine.....	120-127	Plantar fasciitis.....	51-56
External fixators.....	18-23	Quality of life.....	99-105
Fat embolism.....	12-17	Radiography.....	24-28
Femoral neck fractures.....	143-157	Radiology.....	42-49
Femoral surgery.....	94-98	Radius fractures.....	220-223
Finger injuries.....	29-37	Rat.....	42-49, 57-63
Flatfoot.....	210-219	Revision surgery.....	86-93
Food assistance.....	113-119	Risk factors.....	165-172
Fracture fixation.....	7-11, 18-23, 69-74	Sacrum.....	38-41
Fracture healing.....	180-188	Salter-Harris fractures.....	194-197
Frozen shoulder.....	64-68	Scaphoid bone.....	128-132
Functional status.....	113-119	Scoliosis.....	75-79
Growth plate.....	194-197	Serologic tests.....	64-68
Heel.....	51-56	Shock wave therapy.....	51-56
Hematologic tests.....	64-68	Spinal anesthesia quality.....	94-98
Hemodynamic changes.....	94-98	Spinal surgery.....	75-79
Hemoglobin.....	75-79	Spine.....	24-28, 38-41
Hemoglobinopathies.....	12-17	Systematic review.....	210-219
Hip prosthesis.....	173-179	Tibial fractures.....	180-188
Histopathology.....	42-49	Tobacco smoking.....	1-5
Internal fixators.....	7-11, 18-23, 133-152	Total hip arthroplasty.....	173-179
Intertrochanteric fractures.....	7-11	Total knee arthroplasty.....	120-127, 158-163, 165-172, 198-209
Intrathecal opioids.....	94-98	Trauma.....	99-105
Joint dislocations.....	189-193	Traumatic amputation.....	29-37
Knee dislocation.....	189-193	Treatment outcome.....	51-56, 165-172, 173-179, 180-188, 189-193
Knee replacement arthroplasty.....	80-85	Ununited fractures.....	220-223
Knee.....	113-119, 153-157, 189-193, 198-209	Wound healing.....	29-37
Leukocyte-Platelet-Rich Fibrin (L-PRF).....	42-49	Xenogenic L-PRF.....	42-49
Liposuction.....	7-11		

biological augmentation for complex upper limb reconstruction.

### Ethics Statement

Written informed consent was obtained for publication. Institutional review was waived per local policy for de-identified case reports.

## References

1. Richards RR. Chronic disorders of the forearm. *J Bone Joint Surg Am.* 1996 Jun; 78(6): 916-30. doi: [10.2106/00004623-199606000-00017](https://doi.org/10.2106/00004623-199606000-00017). PMID: 8666612.
2. Prasarn ML, Ouellette EA, Miller DR. Infected nonunions of diaphyseal fractures of the forearm. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2010 Jul; 130(7): 867-73. doi: [10.1007/s00402-009-1016-4](https://doi.org/10.1007/s00402-009-1016-4). Epub 2009 Dec 10. PMID: 20012074.
3. Ebied AM, Elseedy AI. Treatment of infected nonunion of forearm bones by ring external fixator. *Egypt Orthop J.* 2018; 53: 341–347.
4. Dhar SA, Dar TA, Mir NA. Management of Infected Nonunion of the Forearm by the Masquelet Technique. *Strategies Trauma Limb Reconstr.* 2019 Jan-Apr; 14(1): 1-5. doi: [10.5005/jp-journals-10080-1411](https://doi.org/10.5005/jp-journals-10080-1411). PMID: 32559259; PMCID: PMC7001591.
5. Skahen JR 3rd, Palmer AK, Werner FW, Fortino MD. The interosseous membrane of the forearm: anatomy and function. *J Hand Surg Am.* 1997 Nov; 22(6): 981-5. doi: [10.1016/S0363-5023\(97\)80036-6](https://doi.org/10.1016/S0363-5023(97)80036-6). PMID: 9471064.
6. Chloros GD, Kanakaris NK, Vun JSH, Howard A, Giannoudis PV. Scoring systems for early prediction of tibial fracture non-union: an update. *Int Orthop.* 2021 Aug; 45(8): 2081-2091. doi: [10.1007/s00264-021-05088-0](https://doi.org/10.1007/s00264-021-05088-0). Epub 2021 Jun 15. PMID: 34131766; PMCID: PMC8338854.
7. Richard MJ, Ruch DS, Aldridge JM 3rd. Malunions and nonunions of the forearm. *Hand Clin.* 2007 May; 23(2): 235-43, vii. doi: [10.1016/j.hcl.2007.02.005](https://doi.org/10.1016/j.hcl.2007.02.005). PMID: 17548014.
8. Davis JA, Choo A, O'Connor DP, Brinker MR. Treatment of Infected Forearm Nonunions With Large Complete Segmental Defects Using Bulk Allograft and Intramedullary Fixation. *J Hand Surg Am.* 2016 Sep; 41(9): 881-7. doi: [10.1016/j.jhsa.2016.05.021](https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2016.05.021). Epub 2016 Jul 9. PMID: 27406322.
9. Regan DK, Crespo AM, Konda SR, Egol KA. Functional Outcomes of Compression Plating and Bone Grafting for Operative Treatment of Nonunions About the Forearm. *J Hand Surg Am.* 2018 Jun; 43(6): 564.e1-564.e9. doi: [10.1016/j.jhsa.2017.10.039](https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2017.10.039). Epub 2017 Dec 8. PMID: 29224947.
10. Hoit G, Bonyun M, Nauth A. Hardware considerations in infection and nonunion management: When and how to revise the fixation. *OTA Int.* 2020 Mar 23; 3(1): e055. doi: [10.1097/OI9.0000000000000055](https://doi.org/10.1097/OI9.0000000000000055). PMID: 33937680; PMCID: PMC8081462.
11. Steinmetz S, Wernly D, Moerenhout K, Trampuz A, Borens O. Infection after fracture fixation. *EFORT Open Rev.* 2019 Jul 15; 4(7): 468-475. doi: [10.1302/2058-5241.4.180093](https://doi.org/10.1302/2058-5241.4.180093). PMID: 31423330; PMCID: PMC6667977.



Figure 3: Final Surgery a: X-ray (lateral view) b: X-ray (AP view)

The biological strategy for radial reconstruction leveraged the induced membrane technique,<sup>(4)</sup> which generated a vascularized environment conducive to graft incorporation. Our use of tricortical iliac autograft differs significantly from Davis et al.'s bulk allograft method,<sup>(8)</sup> where 57% of patients required secondary procedures for union. The autograft's osteogenic properties likely contributed to our first-attempt union, avoiding allograft incorporation failures. Moreover, avoiding external fixation—as used in Ebied et al.'s Ilizarov protocol<sup>(3)</sup>—precluded pin-site complications and enabled earlier rehabilitation.

Comparative analysis reveals critical advantages over alternative approaches. Regarding infection control, our protocol achieved definitive eradication without recurrence, mirroring Dhar et al.'s Masquelet outcomes<sup>(4)</sup> but surpassing Prasarn et al.'s open grafting technique,<sup>(2)</sup> which reported reinfection in diaphyseal defects. Comparing functional outcomes, our patient regained about 90% of range of motion, exceeding the rotational recovery in Ilizarov cohorts<sup>(3)</sup> and approaching the plating results in Regan et al.'s non-infected series.<sup>(9)</sup> Considering technical efficiency, the immediate ulnar fixation reduced total treatment time compared to dual-bone staging, aligning with Hoit et al.'s emphasis on early mechanical stability in infected nonunions.<sup>(10)</sup>

Notably, the success in this diabetic patient—a population at high risk for impaired healing<sup>(11)</sup>—

underscores the technique's biological efficacy. However, limitations warrant acknowledgment. As Steinmetz et al. emphasize,<sup>(11)</sup>



Figure 4: (a) functional outcome. (b) pronation

Infection management requires culture-directed antibiotics, yet our interim regimen followed standard protocols rather than pathogen-specific data. Additionally, while tricortical grafting sufficed for this defect, larger segmental losses might necessitate vascularized grafts as in Davis et al.'s series.<sup>(8)</sup>

## Conclusion

This case demonstrates that staged management of infected both-bone forearm nonunion—combining initial ulnar plating with delayed radial reconstruction via the Masquelet technique and tricortical iliac autograft—represents a viable alternative to conventional methods. The protocol achieved definitive infection eradication, radiographic union, and restoration of approximately 90% of the contralateral limb's functional range of motion. While the approach proved successful in this diabetic patient with prior failed surgeries, its efficacy warrants further validation in larger cohorts. Nevertheless, it offers a strategic balance of mechanical stabilization and

## Case Presentation

A 49-year-old woman with chronic diabetes presented to our clinic with recurrent infection and persistent wound drainage following two prior surgeries for an open both-bone forearm fracture. Her initial injury resulted in fractures of distal radius and ulna (figure 1), and after undergoing primary fixation elsewhere (figure 2), she developed infectious nonunion requiring revision surgery, which failed to resolve the infection. Upon presentation, severe purulent discharge was observed from the wound site, and radiographic evaluation confirmed infected nonunion with retained hardware involving both forearm bones. Under the orthopedic team's care, the patient underwent surgical debridement with removal of all previous hardware, followed by extensive irrigation and debridement. Forty-eight hours postoperatively, repeat irrigation and debridement were performed, after which antibiotic-impregnated bone cement was placed in the radial defect while the ulna, which demonstrated a clean wound bed, was stabilized with plate fixation. The patient then received culture-directed intravenous antibiotics for two weeks followed by four weeks of oral antibiotics as prescribed by the infectious disease specialist.



Figure 1: Pre-Operative Radiographic Findings Demonstrate Fractures of The Distal Radius and Ulna

Two weeks after cement placement, the antibiotic spacer was removed during the second-stage surgery, and a tricortical bone graft was harvested from the iliac crest and contoured to fit the radial defect. This graft was secured with three screws, and the surrounding defect was filled with autogenous

cancellous bone harvested from the same iliac site (figure 3). Postoperatively, a long arm cast was maintained for eight weeks, after which supervised physiotherapy was initiated to restore range of motion.



Figure 2: Images Demonstrating the Internal Plate and Screws Placed During the Initial Surgery

At final follow-up, radiographic union was confirmed (figure 4) and the patient achieved approximately 90% range of motion compared to the contralateral forearm (figure 4), with no complications reported at the iliac graft donor site.

## Discussion

Infected nonunion of both forearm bones represents a formidable clinical challenge, compounded by the complex biomechanics of the forearm as an integrated functional unit involving the elbow, wrist, and interosseous membrane.<sup>(6, 7)</sup> This case illustrates how a staged protocol—combining immediate ulnar plating with radial Masquelet reconstruction—can simultaneously address infection eradication and functional restoration. The rationale for differential management of the two bones merits careful consideration. By plating the ulna during initial debridement, we achieved immediate stability in a bone with viable soft tissue, while the radial defect was contained within an antibiotic cement spacer. This approach aligns with Richards' principle of treating the forearm as a kinetic chain,<sup>(1)</sup> where stabilizing one bone preserves functional anatomy during the infection-control phase.

# Management of Infected Both-Bone Forearm Nonunion with Ulnar Plating and Radial Onlay Bone Graft

(A Case Report)

## Abstract

Infected nonunion of both forearm bones presents significant therapeutic challenges. Conventional methods often involve prolonged stabilization or complex grafting techniques with variable functional outcomes. A 49-year-old diabetic female presented with purulent drainage and failed union after two prior surgeries for open forearm fractures. Radiographs confirmed infected nonunion with retained hardware. A staged protocol was performed as such: (1) Radical debridement, ulnar plating, and antibiotic-cement spacer placement in the radial defect; (2) After interim antibiotics, spacer was removed and radius reconstructed with tricortical iliac crest autograft, fixed with screws, and augmented by cancellous grafting. At 24-week follow-up, radiographic union was achieved with no infection recurrence. Approximately 90% of contralateral forearm range of motion was restored, with no donor site complication. This approach—combining immediate ulnar stabilization with staged radial reconstruction using the Masquelet technique—effectively resolved infection and restored function in complex both-bone nonunion. It represents a strategic balance of mechanical and biological principles for challenging upper limb reconstruction.

**Keywords:** Ununited Fractures, Osteomyelitis, Radius Fractures, Ulna Fractures

**Accepted:** 42 days before printing

Reza Babaei, MD<sup>1</sup>, Mina Gharibi, MD<sup>2</sup>, Ayda Karami, MD<sup>1</sup>, Seiied Hossein Heidari, MD<sup>1</sup>

1. Orthopedic Rehabilitation Research Center, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran

2. Department of Operating Room, School of Nursing and Midwifery, Shiraz University of Medical Sciences

## Introduction

Nonunion of the forearm presents a complex and debilitating challenge in orthopedic trauma surgery, significantly impairing upper limb function. Infected nonunion—particularly involving both bones radius and ulna—further complicates management due to the dual burden of mechanical instability and persistent infection.<sup>(1)</sup> This condition remains relatively rare yet impacts patients' quality of life, occupational capacity, and healthcare resource utilization.<sup>(2)</sup>

Current strategies often involve staged protocols. Prasarn et al. addressed segmental defects with open iliac crest bone grafting and secondary wound healing, requiring prolonged intravenous antibiotics.<sup>(2)</sup> Ebied et al. employed the Ilizarov external fixator with bone grafting after initial debridement,<sup>(3)</sup> while Dhar et al. utilized the Masquelet ("induced membrane") technique with antibiotic cement spacers and delayed autografting.<sup>(4)</sup> Although these methods achieve union, limitations persist—including prolonged external fixation, donor-site morbidity, inconsistent functional recovery, and the need for multiple surgeries.

The forearm functions as a kinematic unit integrating the elbow, wrist, and interosseous membrane.<sup>(1, 5)</sup> Successful reconstruction thus demands not only eradication of infection and bone healing but also restoration of rotational stability and adjacent joint mobility. No consensus exists on the optimal approach for *both-bone* infected nonunions with segmental defects, where simultaneous mechanical stability and biological reconstruction are critical.

We present a modification of the Masquelet technique for infected both-bone nonunion: immediate ulnar plating combined with radius reconstruction using antibiotic cement spacer followed by later tricortical iliac onlay grafting. This approach aims to provide immediate stability to one bone while leveraging the induced membrane biology for the other bone, potentially optimizing functional outcomes.

**Corresponding Author:**  
Seiied Hossein Heidari, MD  
Email:  
[seiiedhosseinheidari@gmail.com](mailto:seiiedhosseinheidari@gmail.com)

24. Fatima S, Arsh A, Rahman N, Ullah A, Gohar M, Ahmad A. Frequency and Associated Factors of Knee and Low Back Pain among Adults with Pes Planus. *J Dow Univ Health Sci* [Internet]. 2018 Dec. 19 [cited 2026 Jan. 26];12(3):103-8. Available from: <https://www.jduhs.com/index.php/jduhs/article/view/699>
25. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord.* 1992 Dec; 5(4): 383-9; discussion 397. doi: [10.1097/00002517-199212000-00001](https://doi.org/10.1097/00002517-199212000-00001). PMID: 1490034.
26. MacDonald D, Moseley LG, Hodges PW. Why do some patients keep hurting their back? Evidence of ongoing back muscle dysfunction during remission from recurrent back pain. *Pain.* 2009 Apr; 142(3): 183-188. doi: [10.1016/j.pain.2008.12.002](https://doi.org/10.1016/j.pain.2008.12.002). Epub 2009 Jan 30. PMID: 19186001.
27. Neal BS, Griffiths IB, Dowling GJ, Murley GS, Munteanu SE, Franettovich Smith MM, Collins NJ, Barton CJ. Foot posture as a risk factor for lower limb overuse injury: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res.* 2014 Dec 19; 7(1): 55. doi: [10.1186/s13047-014-0055-4](https://doi.org/10.1186/s13047-014-0055-4). PMID: 25558288; PMCID: PMC4282737.
28. Khamis S, Yizhar Z. Effect of feet hyperpronation on pelvic alignment in a standing position. *Gait Posture.* 2007 Jan; 25(1): 127-34. doi: [10.1016/j.gaitpost.2006.02.005](https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2006.02.005). Epub 2006 Apr 18. PMID: 16621569.

## Funding

This study did not receive any financial support from governmental, commercial, or non-profit organizations.

## Ethical Considerations (Ethics Code)

Given the nature of this study, obtaining an ethics code was not required.

## References

- Balagué F, Mannion AF, Pellisé F, Cedraschi C. Non-specific low back pain. *Lancet*. 2012 Feb 4; 379(9814): 482-91. doi: [10.1016/S0140-6736\(11\)60610-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60610-7). Epub 2011 Oct 6. PMID: 21982256.
- Shojaedin S S, karimi Z. Effect and durability of eight weeks of central stability and Pilates exercises on sensory function, quality of life and pain in women with non-specific chronic low back pain. *JAP* 2020; 10(4): 36-49 URL: <http://jap.iuums.ac.ir/article-1-5472-fa.html>
- Ferreira PH, Ferreira ML, Hodges PW. Changes in recruitment of the abdominal muscles in people with low back pain: ultrasound measurement of muscle activity. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004 Nov 15; 29(22): 2560-6. doi: [10.1097/01.brs.0000144410.89182.f9](https://doi.org/10.1097/01.brs.0000144410.89182.f9). PMID: 15543074.
- O'Leary CB, Cahill CR, Robinson AW, Barnes MJ, Hong J. A systematic review: the effects of podiatric deviations on nonspecific chronic low back pain. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2013; 26(2): 117-23. doi: [10.3233/BMR-130367](https://doi.org/10.3233/BMR-130367). PMID: 23640312.
- Katoh Y, Chao EY, Laughman RK, Schneider E, Morrey BF. Biomechanical analysis of foot function during gait and clinical applications. *Clin Orthop Relat Res*. 1983 Jul-Aug; (177): 23-33. PMID: 6861400.
- Christensen K. Spinal biomechanics :What role do the feet play. *Dynamic Chiropractic*. 2007; 25(24): 1-4.
- Kosashvili Y, Fridman T, Backstein D, Safir O, Bar Ziv Y. The correlation between pes planus and anterior knee or intermittent low back pain. *Foot Ankle Int*. 2008 Sep; 29(9): 910-3. doi: [10.3113/FAI.2008.0910](https://doi.org/10.3113/FAI.2008.0910). PMID: 18778669.
- Balasundaram AP, Choudhury D. Association between hyper-pronated foot and the degree of severity of disability in patients with non-specific low back pain. *J Bodyw Mov Ther*. 2018 Jul; 22(3): 757-760. doi: [10.1016/j.jbmt.2017.11.012](https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.11.012). Epub 2017 Dec 9. PMID: 30100309.
- Pinto RZ, Souza TR, Trede RG, Kirkwood RN, Figueiredo EM, Fonseca ST. Bilateral and unilateral increases in calcaneal eversion affect pelvic alignment in standing position. *Man Ther*. 2008 Dec; 13(6): 513-9. doi: [10.1016/j.math.2007.06.004](https://doi.org/10.1016/j.math.2007.06.004). Epub 2007 Oct 1. PMID: 17910932.
- Farahpour N, Jafarnezhadgero A, Allard P, Majlesi M. Muscle activity and kinetics of lower limbs during walking in pronated feet individuals with and without low back pain. *J Electromyogr Kinesiol*. 2018 Apr; 39: 35-41. doi: [10.1016/j.jelekin.2018.01.006](https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2018.01.006). Epub 2018 Jan 31. PMID: 29413451.
- Brantingham JW, Adams KJ, Cooley JR, Globe D, Globe G. A single-blind pilot study to determine risk and association between navicular drop, calcaneal eversion, and low back pain. *J Manipulative Physiol Ther*. 2007 Jun; 30(5): 380-5. doi: [10.1016/j.jmpt.2007.04.004](https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2007.04.004). PMID: 17574956.
- Hatfield GL, Cochrane CK, Takacs J, Krowchuk NM, Chang R, Hinman RS, Hunt MA. Knee and ankle biomechanics with lateral wedges with and without a custom arch support in those with medial knee osteoarthritis and flat feet. *J Orthop Res*. 2016 Sep; 34(9): 1597-605. doi: [10.1002/jor.23174](https://doi.org/10.1002/jor.23174). Epub 2016 Feb 5. PMID: 26800087.
- Fatima S, Arsh A, Rahman N, Ullah A, Gohar M, Ahmad A. Frequency and Associated Factors of Knee and Low Back Pain among Adults with Pes Planus. *J Dow Univ Health Sci [Internet]*. 2018 Dec. 19 [cited 2026 Jan. 24]; 12(3): 103-8. Available from: <https://www.jduhs.com/index.php/jduhs/article/view/699>
- Prakash A, Maurya S. Relationship between degree of foot pronation and disability associated with low back pain. *Int J Phys Educ Sports Health*. 2019; 6(5).
- Almutairi AF, BaniMustafa A, Bin Saidan T, Alhizam S, Salam M. The Prevalence and Factors Associated with Low Back Pain Among People with Flat Feet. *Int J Gen Med*. 2021 Jul 20; 14: 3677-3685. doi: [10.2147/IJGM.S321653](https://doi.org/10.2147/IJGM.S321653). PMID: 34321913; PMCID: PMC8312604.
- Borges Cdos S, Fernandes LF, Bertoncello D. Relationship between lumbar changes and modifications in the plantar arch in women with low back pain. *Acta Ortop Bras*. 2013 May; 21(3): 135-8. doi: [10.1590/S1413-78522013000300001](https://doi.org/10.1590/S1413-78522013000300001). PMID: 24453656; PMCID: PMC3861995.
- Amoozadeh F, Kazemian G, Manafi Rasi A, Kazemi P, Safaeinik F, Khazanchin A. Surveying the relationship between flatfoot and chronic mechanical low back pain. *Indian J Fundam Appl Life Sci*. 2015; 5(1): 79–83.
- Menz HB, Dufour AB, Riskowski JL, Hillstrom HJ, Hannan MT. Foot posture, foot function and low back pain: the Framingham Foot Study. *Rheumatology (Oxford)*. 2013 Dec; 52(12): 2275-82. doi: [10.1093/rheumatology/ket298](https://doi.org/10.1093/rheumatology/ket298). Epub 2013 Sep 17. PMID: 24049103; PMCID: PMC3828513.
- Salwa F, Ibrahim HE-Da, El-Marakby A, Ebtessam FG. Prevalence of work-related low back pain among physical therapists with different foot postures at Fayoum, Egypt: a survey study. *Med J Cairo Univ*. 2019;87(March):941–951.
- Barutcu E, Paksoy B, Selcuk M, Karaca O, Yilmaz K. Effects of pes planus on foot pain, low back pain, and static balance in young adult individuals. *Acibadem Saglik Bilim Derg*. 2024;15(3):240-24
- Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther*. 2003 Aug;83(8):713-21. PMID: 12882612.
- de Morton NA. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Aust J Physiother*. 2009; 55(2): 129-33. doi: [10.1016/s0004-9514\(09\)70043-1](https://doi.org/10.1016/s0004-9514(09)70043-1). PMID: 19463084.
- Murley GS, Menz HB, Landorf KB. A protocol for classifying normal- and flat-arched foot posture for research studies using clinical and radiographic measurements. *J Foot Ankle Res*. 2009 Jul 4; 2: 22. doi: [10.1186/1757-1146-2-22](https://doi.org/10.1186/1757-1146-2-22). PMID: 19575811; PMCID: PMC3583243.

biomechanical changes in the lower limbs and spine, may be associated with increased intensity and persistence of NSCLBP.<sup>(25, 26)</sup> The major changes include increased internal rotation of the knee and pelvis, reduced shock-absorbing capacity in the foot, and transmission of excess forces to the lumbar facet joints.<sup>(16)</sup> These findings align with studies such as Farahpour et al. (2018), which demonstrated that individuals with excessive pronation experience significant kinematic changes in gait that are associated with more severe low back pain.<sup>(10)</sup> Similarly, Sana et al. (2018) reported that in a large sample (n=200), individuals with pes planus had significantly higher scores on the VAS scale (p<0.01).<sup>(13)</sup>

From a biomechanical perspective, pes planus alters lower limb movement patterns, which directly affect spinal mechanics.<sup>(15)</sup> Loss of the medial longitudinal arch of the foot leads to increased pronation and internal rotation of the knee, which may, in turn, increase lumbar curvature.<sup>(13)</sup> Dernival et al. (2013) reported that such changes impose additional load on the intervertebral discs, potentially resulting in pain and functional disability.<sup>(16)</sup> Similar findings were reported by Hylton et al. (2013), who showed that changes in foot function during walking could increase spinal loading in women, although this relationship was not clearly observed in men. This raises the possibility that sex-based differences in biomechanical structure may influence the association.<sup>(18)</sup>

Despite strong evidence, some studies, such as James et al. (2007) and Balasundaram et al. (2017), failed to identify a significant relationship between pes planus and low back pain severity. These inconsistencies may be due to differences in assessment tools, sample populations, or the presence of confounding variables such as body mass index (BMI), age, and physical activity level. For instance, studies examining individuals with lower BMI or higher levels of physical activity reported weaker associations.<sup>(8, 11)</sup> In contrast, a study by Almutairi et al. (2021) found that individuals with pes planus engaged in standing occupations or heavy physical work were more likely to experience low back pain (OR=1.9, 95% CI: 1.3–2.7). These findings underscore the importance of controlling for confounding variables in study design.<sup>(15)</sup>

From a functional standpoint, pes planus can negatively affect quality of life and daily activities. Results from the Oswestry Disability Index (ODI) questionnaire indicated that patients with pes planus

experience higher levels of functional disability. Specifically, a study by Amoozadeh et al. (2015) reported that the mean ODI score in the pes planus group was significantly higher than in the control group (34.5±6.2 vs. 21.8±5.4; p<0.001). These findings reflect the negative impact of pes planus on activities such as walking, prolonged sitting, and lifting objects.<sup>(17)</sup> However, some studies, such as Prakash et al. (2019), did not find significant differences in functional disability severity, which may be attributed to variations in assessment tools or study populations.<sup>(14)</sup>

Given the existing inconsistencies, future studies should adopt longitudinal designs, use larger sample sizes, and more rigorously control for confounding variables. Employing advanced methods such as three-dimensional motion analysis and plantar pressure measurement could provide more accurate insights into biomechanical mechanisms. Furthermore, investigating sex-based differences and the effect of age on biomechanical changes caused by pes planus may help identify high-risk groups.<sup>(27)</sup> The limitations of this study include publication bias, variations in the design of the reviewed studies, and a lack of longitudinal data. Additionally, heterogeneity in foot and back pain assessment tools makes direct comparison of results difficult. To address these limitations, the use of standardized tools and objective evaluations is recommended for future research.

## Conclusion

The findings of this study underscore the importance of thorough assessment of foot posture in patients with chronic low back pain. This review suggests that pes planus may be associated with increased severity and persistence of non-specific chronic low back pain, although this relationship has not been consistently confirmed across all studies. Conducting studies with more rigorous designs and utilizing advanced assessment methods may help clarify this association and contribute to the development of effective therapeutic and preventive strategies.

## Acknowledgement

The authors would like to express their sincere gratitude to all researchers and authors whose valuable works were reviewed and utilized in this study.

## Conflict of Interest

All authors declare that there is no conflict of interest in connection with this article.

## Findings

Out of a total of 739 articles identified in the initial search, after removing duplicates, screening titles and abstracts, and reviewing full texts, 11 studies met the inclusion and exclusion criteria for this systematic review. These studies encompassed various research designs, including randomized controlled trials (RCTs), cohort studies, case-control studies, and cross-sectional studies, and involved a total of 4,669 participants (2,406 men and 2,263 women), ranging in age from 16 to 92 years. The methodological quality of the studies was assessed using the PEDro and Newcastle-Ottawa (NOS) scales and was found to be high.<sup>(21, 22)</sup>

### Association Between Flat Feet and the Severity of Non-Specific Chronic Low Back Pain

The analysis of data from the included studies revealed that 7 studies (58.3%) reported a significant association between flat feet and increased severity of non-specific chronic low back pain.<sup>(23)</sup>

For instance, the study by Sana et al. (2018), conducted on 200 participants, showed that individuals with flat feet experienced significantly more low back pain than the control group ( $p < 0.01$ ). In this study, the mean VAS scores in the flat-footed group were on average 2.5 units higher than those in the group without this abnormality.<sup>(24)</sup> Similarly, Farahpour et al. (2018), in their study of 45 male participants with excessive foot pronation, reported that low back pain severity was significantly higher in this group ( $p < 0.05$ ) and was associated with biomechanical alterations in the lower limbs.<sup>(10)</sup> The study by Amoozadeh et al. (2015) also confirmed that flat feet and reduced medial longitudinal arch height are independent risk factors for chronic low back pain in men.<sup>(17)</sup>

In contrast, 5 studies (41.7%), including those by James et al. (2007) and Balasundaram et al. (2018), did not report a significant association between flat feet and low back pain severity.<sup>(8, 11)</sup> James et al. noted that flat feet alone were not a predictive factor for mechanical low back pain ( $p = 0.27$ ) and suggested that the relationship might be influenced by variables such as age, body mass index (BMI), and physical activity level.<sup>(11)</sup>

### Biomechanical Changes Caused by Flat Feet and Their Impact on the Spine

Several studies have suggested that flat feet lead to alterations in the movement patterns of the lower limbs and spine.<sup>(15, 18)</sup> In 6 studies (50%), including the

study by Dernival et al. (2013), it was found that the loss of the medial longitudinal arch results in increased internal rotation of the knee, internal rotation of the pelvis, and an increase in lumbar lordosis. These changes place additional stress on the lumbar facet joints and intervertebral discs, contributing to the development of chronic low back pain.<sup>(16)</sup>

The study by Farahpour et al. (2018) demonstrated that individuals with excessive pronation experience reduced strength in the knee extensors and increased activation of the hamstring muscles ( $p < 0.01$ ). These biomechanical changes reduce shock absorption in the foot and transfer greater mechanical load to the spine.<sup>(10)</sup>

### Impact of Demographic and Lifestyle Factors on the Flat Foot–Low Back Pain Relationship

Analysis of the studies identified variables such as age, sex, BMI, and occupation type as moderators in the relationship between flat feet and back pain. The study by Sana et al. (2018) found that women and individuals with higher BMI were more likely to experience back pain in the presence of flat feet ( $OR = 1.9$ , 95% CI: 1.3–2.7).<sup>(13)</sup> Similarly, Almutairi et al. (2021) in Saudi Arabia reported that people with standing occupations or physically demanding work were at higher risk for back pain if they had flat feet. This study also emphasized the influence of age and gender in increasing the likelihood of low back pain among individuals with flat feet.<sup>(15)</sup>

### Functional Outcomes and Quality of Life in Patients with Flat Feet

Findings based on the Oswestry Disability Index (ODI) and the Visual Analog Scale (VAS) suggest that flat feet may affect physical functioning and quality of life in affected individuals. Amoozadeh et al. (2015) reported that individuals with flat feet had a higher mean ODI score (mean:  $34.5 \pm 6.2$ ), indicating greater functional disability compared to the control group ( $21.8 \pm 5.4$ ) ( $p < 0.001$ ).<sup>(17)</sup> While some studies, such as that by Prakash et al. (2019), did not find a statistically significant difference in the severity of functional disability ( $p = 0.08$ ), individuals with second-degree pronation reported greater functional limitations in daily activities.<sup>(14)</sup>

## Discussion

The present study was conducted with the aim of systematically examining the relationship between pes planus and non-specific chronic low back pain (NSCLBP). The results of this systematic review indicated that pes planus, through inducing

**Table 2: A summary of the study procedures (continuous)**

Author–Year	Country	Participants (Sex, Age)	Objective	Assessment Method	Main Findings
Farahpour et al. (2018) <sup>(10)</sup>	Iran	45, Male: 100%, Age: 23–28	To explore how excessive foot pronation affects joint movement and muscle activity during walking in low back pain patients	Kinematic and muscle activity analysis	Excessive pronation alters lower limb joint kinematics during walking in those with back pain
Farahpour et al. (2018) <sup>(10)</sup>	Iran	45, Male: 100%, Age: 23–28	To explore how excessive foot pronation affects joint movement and muscle activity during walking in low back pain patients	Kinematic and muscle activity analysis	Excessive pronation alters lower limb joint kinematics during walking in those with back pain
Hylton et al. (2013) <sup>(18)</sup>	USA	3,378 (Female: 1,067, Male: 863), Age: 36–92	To investigate foot posture/function and their association with back pain in the Framingham study using objective biomechanical measures	Biomechanical evaluation, orthotic use	Pronation-related foot function associated with back pain in women; no link between foot posture (planus/cavus) and back pain in either sex; interventions correcting abnormal foot function may aid in prevention/treatment
Hossam et al. (2019) <sup>(19)</sup>	Egypt	147 (Male: 68%, Female: 54.83%), Age: 25–60	To determine the prevalence of work-related back pain among physiotherapists with different foot postures in Egyptian public hospitals	NA	No statistically significant association between foot posture and back pain
Barutcu et al. (2024) <sup>(20)</sup>	Turkey	55 (Female: 43, Male: 12), Age: 18–30	To investigate the effects of flat feet on foot pain, low back pain, and static balance in young adults	Feiss line test, FFI, VAS, Stork balance test	Dominant foot static balance reduced in flat-footed individuals; no significant difference in foot or back pain

**Table 1: Quality assessment of articles based on the Newcastle-Ottawa Scale (NOS)**

Score	Outcome evaluation	Groups compared	Participants	Name-Year
Nader Farahpour et al., 2018	3	2	2	7
Arun Prasad Balasundaram et al., 2018	3	2	2	7
Amar Prakash et al., 2019	3	2	2	7
Barutcu et al., 2024	3	2	2	7
Sana Fatima et al., 2018	3	2	2	7
Dernival Bertocello et al., 2013	3	2	2	7
Hylton B. Menz et al., 2013	3	2	2	7
Hossam El-Din et al., 2019	3	2	2	7
Adel F. Almutairi et al., 2021	3	2	2	7
Farzad Amoozadeh et al., 2015	3	2	2	7

**Table 2: A summary of the study procedures**

Author-Year	Country	Participants (Sex, Age)	Objective	Assessment Method	Main Findings
Sana et al. (2018) <sup>(13)</sup>	Pakistan	200 (Male: 70, Female: 130), Age: 22–36	To examine the relationship between pes planus, knee pain, and low back pain in adults	Questionnaire, foot mechanics assessment, statistical analysis	High prevalence of low back and knee pain among adults with flat feet
James et al. (2007) <sup>(11)</sup>	UK	58, both sexes, Age: 16–70	To investigate whether flat feet are a risk factor for mechanical low back pain (MLBP)	Navicular drop, heel eversion, physical examination	Flat feet do not appear to be a risk factor for MLBP in the studied population
Arun et al. (2018) <sup>(8)</sup>	NA	71, both sexes, Age: 20–30	To determine whether hyperpronated feet affect disability severity in patients with NSCLBP	Oswestry questionnaire, navicular drop test	Hyperpronated feet do not influence disability severity in NSCLBP patients
Amar et al. (2019) <sup>(14)</sup>	NA	50, both sexes, Age: 20–50	To assess the association between foot pronation and disability related to low back pain	Oswestry Disability Index (ODI), navicular drop test (NDT)	No significant association found between degree of pronation and disability severity
Adel et al. (2021) <sup>(15)</sup>	Saudi Arabia	NA, Female, Age: NA	To examine the link between flat feet and low back pain in different subgroups	NA	Flat feet significantly associated with both acute and chronic low back pain, especially in women and older participants
Dernival et al. (2013) <sup>(16)</sup>	Brazil	18, Female: 100%, Age: 24–36	To explore the relationship among foot arch, lumbar curvature, and back pain in women	Podiatric interventions and orthotics	[Finding not provided in original text]
Amoozadeh et al. (2015) <sup>(17)</sup>	NA	100, Male: 100%, Age: 18–60	To investigate the relationship between flat feet and chronic mechanical low back pain	Navicular drop test	Significant correlation found between flat feet and low back pain

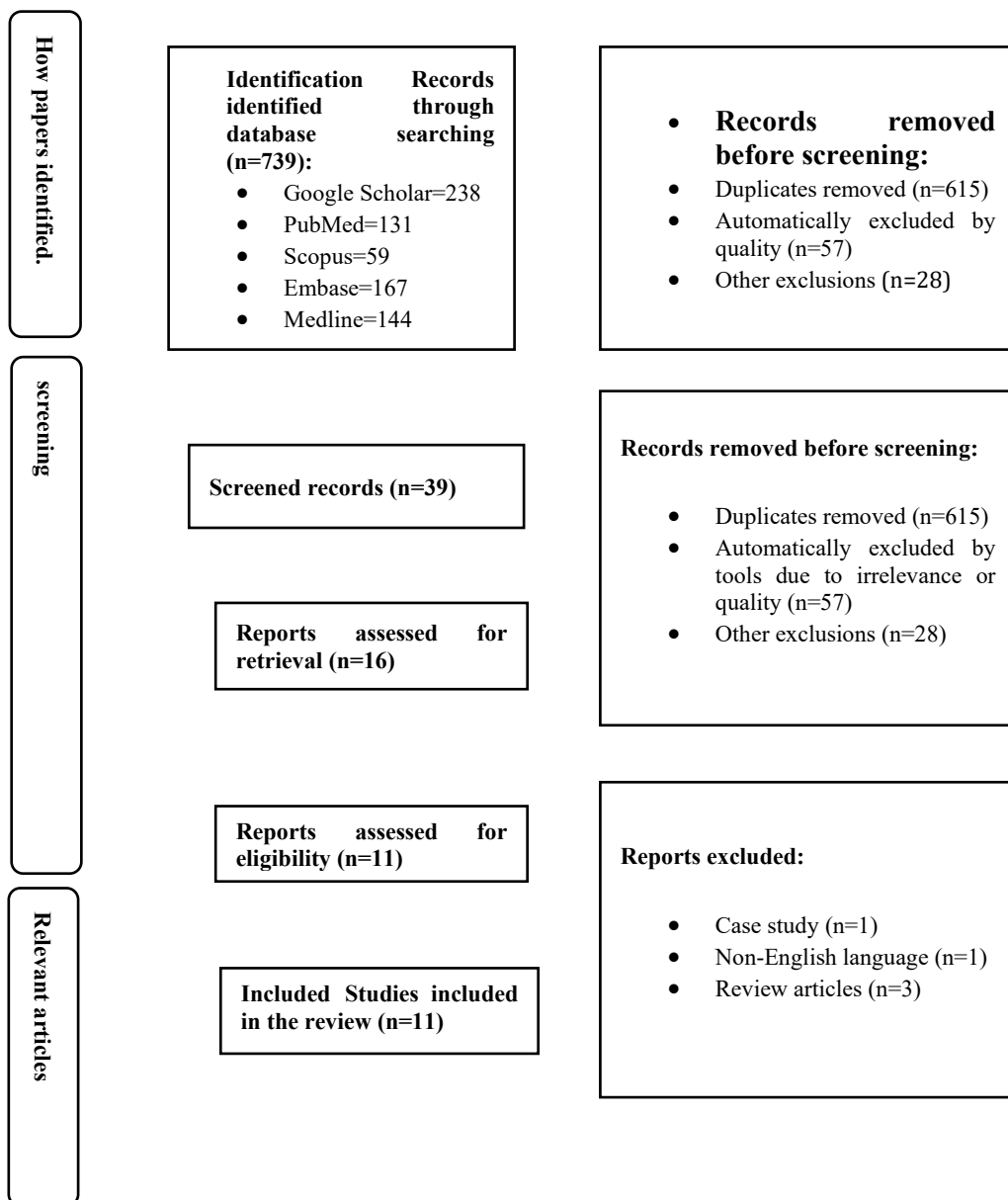


Figure 1: Identification of studies through databases and registered indices

selected articles were manually reviewed to ensure the identification of all relevant studies.

### Inclusion and Exclusion Criteria

#### Inclusion Criteria:

- Studies examining the association between flat feet or excessive pronation and NSCLBP.
- Various study designs including randomized controlled trials (RCTs), cohort studies, case-control studies, and cross-sectional studies.
- Use of valid biomechanical assessment methods, imaging techniques (such as MRI or X-ray), or standard clinical tools to assess foot condition.
- Articles published in peer-reviewed scientific journals.

#### Exclusion Criteria:

- Studies focusing on specific types of back pain (e.g., intervertebral disc herniation, spinal stenosis, vertebral fractures).
- Studies lacking standardized criteria for assessing foot condition or biomechanical alterations.
- Review articles, case reports, letters to the editor, and conference abstracts.
- Studies with insufficient information on the sample population or methodology.

### Study Selection Process

Two independent researchers conducted the study selection in two stages:

1. **Title and Abstract Screening:** Articles clearly unrelated to the study topic were excluded.
2. **Full-Text Review:** Remaining articles were thoroughly reviewed to ensure compliance with the inclusion and exclusion criteria.

Discrepancies between the two researchers were resolved through discussion or consultation with a third researcher if necessary. The study selection

process was documented using the PRISMA flow diagram.

### Quality Assessment of Studies

To evaluate the methodological quality of the studies included in the review, validated tools were employed. The PEDro scale (Physiotherapy Evidence Database) was used to assess the quality of randomized controlled trials (RCTs). This scale consists of 11 items that evaluate aspects such as randomization, assessor blinding, data completeness, and statistical analysis. For cohort and case-control studies, the Newcastle-Ottawa Scale (NOS) was used. This tool assesses three key domains: participant selection, group comparability, and outcome assessment. Studies that scored 6 or higher on the PEDro scale and 7 stars or more on the NOS were considered high-quality studies.

### Data Extraction

The data extraction process was conducted by two independent researchers following a predefined template. The following key information was extracted from each study:

- **Study characteristics:** authors, year of publication, country where the study was conducted.
  - **Sample population characteristics:** sample size, mean age, gender distribution, and body mass index (BMI).
  - **Assessment methods:** tools and techniques used to evaluate flat feet (including biomechanical instruments, imaging modalities, and clinical assessments).
  - **Biomechanical outcomes:** alterations in gait pattern, degree of lumbar curvature.
  - **Clinical outcomes:** severity of low back pain (measured using scales such as the Visual Analog Scale–VAS), functional limitations (assessed by instruments such as the Oswestry Disability Index–ODI), and navicular drop.
- The extracted data were entered into standardized tables and cross-checked by both researchers to ensure consistency and accuracy.

One of the most prominent biomechanical abnormalities attracting considerable attention is flat feet (Pes Planus) and excessive pronation.<sup>(4)</sup> The foot, as the body's foundational base, plays a key role in maintaining balance, absorbing ground reaction forces, and transmitting these forces upward to the knee, hip, and spinal joints.<sup>(5)</sup> Normally, the medial longitudinal arch functions as a shock absorber, ensuring even distribution of mechanical forces.<sup>(6)</sup> However, in individuals with flat feet, this mechanism is significantly impaired. The loss of the foot's arch can alter gait patterns, increase mechanical stress on upper body structures—especially the lumbar spine—and thereby heighten the risk of developing chronic low back pain.<sup>(7)</sup>

Various studies have shown that reduced arch height and increased pronation lead to excessive internal rotation of the knee and hip. These changes in movement patterns can disrupt spinal alignment and increase localized pressure on vertebrae and intervertebral discs. For instance, increased lumbar lordosis and stress on the lumbar facet joints are among the biomechanical outcomes implicated as potential mechanisms in the development of chronic low back pain.<sup>(8, 9)</sup> In a study by Farahpour et al. (2018), individuals with excessive pronation exhibited significant changes in gait kinematics, increased internal rotation of the knee and hip, and reduced motor control. These changes were directly correlated with the severity and persistence of low back pain.<sup>(10)</sup>

However, findings in this field have not always been consistent. Some studies failed to identify a significant association between flat feet and chronic low back pain, suggesting that the relationship might be influenced by other confounding variables such as core muscle weakness, body mass index (BMI), physical activity level, and even occupational type. For example, individuals engaged in standing jobs or heavy physical activities may be at greater risk of back pain, even without having flat feet.<sup>(11, 12)</sup> These discrepancies highlight the complex relationship between foot biomechanical abnormalities and chronic low back pain and underscore the need for more comprehensive and precise studies.

Given the high prevalence of NSCLBP and its detrimental impact on daily life, identifying and correcting relevant biomechanical factors could play a crucial role in its prevention and management. The present study aims to fill existing gaps in the scientific literature by systematically examining the relationship between flat feet and NSCLBP. The primary objective

of this research is to provide a comprehensive analysis of the contributing biomechanical mechanisms, explore inconsistencies in previous studies, and propose practical recommendations for improving therapeutic and preventive strategies. By illuminating the hidden aspects of this relationship, this study seeks to enhance diagnostic and treatment approaches and ultimately improve the quality of life for individuals suffering from NSCLBP.

## Research Method

This systematic review was conducted in accordance with the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) guidelines, which aim to ensure transparency, precision, and reproducibility of results. Prior to initiating the search and analysis process, the study protocol was designed and registered to avoid selection and analysis bias. The PICO framework was employed in developing the research question and determining inclusion and exclusion criteria.

### PICO Framework

**Population:** Adults (18 years and older) diagnosed with Non-Specific Chronic Low Back Pain (NSCLBP).

**Intervention:** Presence of flat feet (Pes Planus) or excessive pronation.

**Comparison:** Individuals without structural foot abnormalities (normal feet).

**Outcome:** Pain severity, biomechanical changes in the spine, functional limitations, and impact on quality of life.

### Search Strategy

A comprehensive and systematic search was conducted in the following databases: PubMed, Scopus, Embase, Medline (via Ovid), and Google Scholar (for identifying grey literature and lesser-known studies). The search covered publications from January 2004 to January 2025 and was limited to English-language articles. To enhance the thoroughness of the search, standard subject terms (MeSH Terms) and logical operators (AND, OR) were used. The search query was structured as follows: ("Low Back Pain" OR "Chronic Low Back Pain" OR "Non-Specific Low Back Pain") AND ("Flat Foot" OR "Pes Planus" OR "Excessive Pronation" OR "Foot Biomechanics") Additionally, the reference lists of

# Effect of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on Knee Osteoarthritis Symptoms

(A Systematic Review and Meta-analysis)

## Abstract

Non-specific chronic low back pain (NSCLBP) is a leading cause of disability and reduced quality of life, with multiple biomechanical factors contributing to its pathophysiology. Flatfoot (Pes Planus), as a structural abnormality, may play a role in the onset or exacerbation of this condition by altering the distribution of mechanical forces, increasing spinal stress, and inducing movement instability. This systematic review evaluates the existing evidence regarding the relationship between flatfoot and NSCLBP. This study was conducted following the PRISMA guidelines. Articles published between 2004 and 2025 were searched in PubMed, Scopus, Medline, Embase, and Google Scholar using MeSH Terms. Studies were selected based on predefined inclusion and exclusion criteria, and their methodological quality was assessed using the Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for cohort and case-control studies and the PEDro scale for randomized controlled trials (RCTs). A total of 11 eligible studies were analyzed. Findings suggested that flatfoot may contribute to increased severity and persistence of chronic low back pain by inducing kinematic alterations in the lower limb by increasing internal rotation of the knee and hip, and affecting spinal biomechanics. However, some studies did not confirm this association definitively. Flatfoot may be considered a potential risk factor for NSCLBP., by altered mechanical force distribution and movement patterns leading to increased lumbar stress. Further studies employing advanced biomechanical assessment methods are required to better understand this relationship and develop targeted interventions.

**Keywords:** Low Back Pain, Flatfoot, Biomechanics, Systematic Review

**Accepted:** 42 days before printing

**Fariba Moradi<sup>1</sup>, Mansour Sahebozamani, MD<sup>2</sup>, Saeid Bahiraei, MD<sup>3</sup>**

1. PhD student in sports injury and corrective exercises, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
2. Prof. of Sport Therapy & Rehabilitation, Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
3. Assistant Professor of Adapted Physical Activity Faculty of Physical Education and Sports Science, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

**Corresponding Authors:**  
Fariba Moradi  
Email:  
faribamoradi@sport.uk.ac.ir

## Introduction

Non-Specific Chronic Low Back Pain (NSCLBP) refers to pain that persists for more than 12 weeks, lacks a specific origin (such as disc herniation, spinal canal stenosis, or infection), and cannot be attributed to any clear structural damage. This type of low back pain is generally associated with biomechanical, psychosocial, or lifestyle factors,<sup>(1)</sup> and is considered one of the most prevalent and disabling musculoskeletal disorders, significantly affecting individuals' quality of life and the socio-economic productivity of societies. Estimates indicate that over 80% of people will experience this kind of back pain at least once during their lifetime. This condition not only reduces physical and functional capabilities but is also a leading cause of medical visits, work absenteeism, and increasing healthcare costs globally. The World Health Organization (WHO) recognizes low back pain as one of the major contributors to disability and decreased productivity in both industrialized and developing nations.<sup>(1, 2)</sup>

Unlike specific low back pain, which has identifiable causes such as intervertebral disc herniation, spinal stenosis, or vertebral fractures, NSCLBP lacks a clear anatomical or pathological basis, making its diagnosis and treatment more challenging. Various factors—such as biomechanical alterations, movement disorders, muscle imbalances, psychological conditions like stress and anxiety, and sedentary lifestyles—can contribute to the onset and persistence of this type of back pain. Among these, biomechanical factors, particularly changes in lower limb structure, have been highlighted as influential elements in several studies.<sup>(3)</sup>

- Documentation Committee (IKDC) Subjective Knee Evaluation Form, Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS), Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score Physical Function Short Form (KOOS-PS), Knee Outcome Survey Activities of Daily Living Scale (KOS-ADL), Lysholm Knee Scoring Scale, Oxford Knee Score (OKS), Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC), Activity Rating Scale (ARS), and Tegner Activity Score (TAS). *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2011 Nov; 63 Suppl 11(0 11): S208-28. doi: [10.1002/acr.20632](https://doi.org/10.1002/acr.20632). PMID: 22588746; PMCID: PMC4336550.
65. Huang TW, Chuang PY, Lee CY, Lin SJ, Huang KC, Shen SH, Tsai YH, Lee MS, Hsu RW. Total knee arthroplasty in patients with Ranawat type-II valgus arthritic knee with a marked coronal femoral bowing deformity: comparison between computer-assisted surgery and intra-articular resection. *J Orthop Surg Res*. 2016 Aug 3; 11(1): 88. doi: [10.1186/s13018-016-0422-x](https://doi.org/10.1186/s13018-016-0422-x). PMID: 27488841; PMCID: PMC4973030.
66. Sun JY, Zhang GQ, Shen JM, Du YQ, Li TJ, Geng ZJ, Zhou YG, Wang Y. Single-stage total knee arthroplasty and femoral osteotomy for osteoarthritis with severe supracondylar deformity. *J Orthop Surg Res*. 2021 Feb 20; 16(1): 149. doi: [10.1186/s13018-021-02293-w](https://doi.org/10.1186/s13018-021-02293-w). PMID: 33610184; PMCID: PMC7896386.
67. Fukushima A, Iwasaki K, Hishimura R, Matsubara S, Joutoku Z, Matsuoka M, Endo T, Onodera T, Kondo E, Iwasaki N. Three-stage total knee arthroplasty combined with deformity correction and leg lengthening using Taylor spatial frames and conversion to internal fixation for severe intra- and extra-articular deformities and hypoplasia in a patient with hemophilic knee arthropathy: A case report. *Knee*. 2023 Jan; 40: 90-96. doi: [10.1016/j.knee.2022.10.009](https://doi.org/10.1016/j.knee.2022.10.009). Epub 2022 Nov 18. PMID: 36410255.
68. Baek JH, Lee SC, Ryu S, Ahn HS, Nam CH. Coronal Correction for Post-Traumatic Malalignment Using Robot-Assisted Total Knee Arthroplasty: A Case Series. *Orthop Res Rev*. 2022 Nov 22; 14: 445-451. doi: [10.2147/ORR.S387957](https://doi.org/10.2147/ORR.S387957). PMID: 36444241; PMCID: PMC9700467.
69. Moyad TF, Estok D. Simultaneous femoral and tibial osteotomies during total knee arthroplasty for severe extra-articular deformity. *J Knee Surg*. 2009 Jan; 22(1): 21-6. doi: [10.1055/s-0030-1247722](https://doi.org/10.1055/s-0030-1247722). PMID: 19216348.
70. Lin SY, Chen CH, Huang PJ, Fu YC, Huang HT. Computer-navigated minimally invasive total knee arthroplasty for patients with retained implants in the femur. *Kaohsiung J Med Sci*. 2014 Aug; 30(8): 415-21. doi: [10.1016/j.kjms.2014.03.007](https://doi.org/10.1016/j.kjms.2014.03.007). Epub 2014 May 6. PMID: 25002380; PMCID: PMC11916698.
71. Matheen FIA, Leong JF, Abdul Rani R, Hayyun MF, Mohamad Yahaya NH. Malunion of a Floating Knee: Overcoming the Challenges of Extra-articular Deformities With a Robotic-Arm-Assisted Total Knee Arthroplasty. *Cureus*. 2024 Sep 2; 16(9): e68482. doi: [10.7759/cureus.68482](https://doi.org/10.7759/cureus.68482). PMID: 39364451; PMCID: PMC11446639.

- Navigation System. *J Arthroplasty*. 2019 Apr; 34(4): 676-681. doi: [10.1016/j.arth.2018.12.042](https://doi.org/10.1016/j.arth.2018.12.042). Epub 2019 Jan 5. PMID: 30685259.
46. Pietsch M, Hohegger M, Djahani O, Mlaker G, Eder-Halbedl M, Hofstädter T. Handheld computer-navigated constrained total knee arthroplasty for complex extra-articular deformities. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2021 Dec; 141(12): 2245-2254. doi: [10.1007/s00402-021-04053-1](https://doi.org/10.1007/s00402-021-04053-1). Epub 2021 Jul 13. PMID: 34255171.
  47. Rhee SJ, Seo CH, Suh JT. Navigation-assisted total knee arthroplasty for patients with extra-articular deformity. *Knee Surg Relat Res*. 2013 Dec; 25(4): 194-201. doi: [10.5792/ksrr.2013.25.4.194](https://doi.org/10.5792/ksrr.2013.25.4.194). Epub 2013 Nov 29. PMID: 24368997; PMCID: PMC3867612.
  48. Alturki AA, Alshammari NA, Albassam AL, Aljaafri ZA, Almgren TS. Robotic-assisted total knee arthroplasty for extra-articular femur deformity correction. *J Surg Case Rep*. 2023 Jul 8; 2023(7): rjad395. doi: [10.1093/jscr/rjad395](https://doi.org/10.1093/jscr/rjad395). PMID: 37434720; PMCID: PMC10331803.
  49. Cook-Richardson, Sharma, Desai, Rasesh, Robotic Arm-Assisted Total Knee Arthroplasty in the Setting of Combined Extra-articular Deformities of the Femur and Tibia, *Case Reports in Orthopedics*, 2020, 5489646, 6 pages, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/5489646>
  50. Sodhi N, Khlopas A, Ehiorobo JO, Condrey C, Marchand K, Marchand RC, Hepinstall MS, Mont MA. Robotic-Assisted Total Knee Arthroplasty in the Presence of Extra-Articular Deformity. *Surg Technol Int*. 2019 May 15; 34: 497-502. PMID: [30888672](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30888672/).
  51. Wang JW, Wang CJ. Total knee arthroplasty for arthritis of the knee with extra-articular deformity. *J Bone Joint Surg Am*. 2002 Oct; 84(10): 1769-74. doi: [10.2106/00004623-200210000-00005](https://doi.org/10.2106/00004623-200210000-00005). PMID: 12377906.
  52. Catonné Y, Sariali E, Khiami F, Rouvillain JL, Wajsfisz A, Pascal-Moussellard H. Same-stage total knee arthroplasty and osteotomy for osteoarthritis with extra-articular deformity. Part I: Tibial osteotomy, prospective study of 26 cases. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2019 Oct; 105(6): 1047-1054. doi: [10.1016/j.otsr.2019.04.010](https://doi.org/10.1016/j.otsr.2019.04.010). Epub 2019 Jun 14. PMID: 31208931.
  53. Paredes-Carnero X, Escobar J, Galdo JM, Babé JG. Total knee arthroplasty for treatment of osteoarthritis associated with extra-articular deformity. *J Clin Orthop Trauma*. 2018 Apr-Jun; 9(2): 125-132. doi: [10.1016/j.jcot.2017.01.004](https://doi.org/10.1016/j.jcot.2017.01.004). Epub 2017 Jan 22. PMID: 29896014; PMCID: PMC5995007.
  54. Sobhi S, Khan RJK, Fick DP, Finsterwald M. Prevalence of extra-articular tibia valga morphology in valgus knees and its implications for primary total knee arthroplasty. *J Orthop Surg Res*. 2022 Dec 9; 17(1): 531. doi: [10.1186/s13018-022-03418-5](https://doi.org/10.1186/s13018-022-03418-5). PMID: 36494825; PMCID: PMC9733362.
  55. Arbeloa-Gutierrez L, Arenas-Miquelez A, de Pablos J. Knee osteoarthritis associated with extra-articular deformity treated by total knee arthroplasty plus simultaneous corrective osteotomy. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2024 Sep 25: S1888-4415(24)00152-8. English, Spanish. doi: [10.1016/j.recot.2024.09.006](https://doi.org/10.1016/j.recot.2024.09.006). Epub ahead of print. PMID: 39332756.
  56. de Pablos Fernández J, Arbeloa-Gutierrez L, Arenas-Miquelez A. One-Stage Total Knee Arthroplasty Plus Corrective Osteotomy for Osteoarthritis Associated With Severe Extra-articular Deformity. *Arthrosc Tech*. 2019 Nov 13; 8(11): e1403-e1410. doi: [10.1016/j.eats.2019.07.020](https://doi.org/10.1016/j.eats.2019.07.020). PMID: 31890514; PMCID: PMC6926380.
  57. Hosseini-Monfared P, Mirahmadi A, Amiri S, Minaie R, Ghafouri MH, Kazemi SM. Comparable long-term functional outcomes of subvastus and medial parapatellar approach in total knee arthroplasty: A 10-year follow-up study. *J Exp Orthop*. 2024 Oct 8; 11(4): e70035. doi: [10.1002/jeo2.70035](https://doi.org/10.1002/jeo2.70035). PMID: 39380847; PMCID: PMC11460747.
  58. Demir B, Özkul B, Saygılı MS, Çetinkaya E, Akbulut D. Deformity correction with total knee arthroplasty for severe knee osteoarthritis accompanying extra-articular femoral deformity: the results are promising. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2018 Nov; 26(11): 3444-3451. doi: [10.1007/s00167-018-4920-8](https://doi.org/10.1007/s00167-018-4920-8). Epub 2018 Apr 9. PMID: 29632977.
  59. Xiao-Gang Z, Shahzad K, Li C. One-stage total knee arthroplasty for patients with osteoarthritis of the knee and extra-articular deformity. *Int Orthop*. 2012 Dec; 36(12): 2457-63. doi: [10.1007/s00264-012-1695-2](https://doi.org/10.1007/s00264-012-1695-2). Epub 2012 Nov 7. PMID: 23132502; PMCID: PMC3508045.
  60. Cozzi Lepri A, Innocenti M, Matassi F, Villano M, Civinini R, Innocenti M. Accelerometer-Based Navigation in Total Knee Arthroplasty for the Management of Extra-Articular Deformity and Retained Femoral Hardware: Analysis of Component Alignment. *Joints*. 2019 Oct 11; 7(1): 1-7. doi: [10.1055/s-0039-1697610](https://doi.org/10.1055/s-0039-1697610). PMID: 31879723; PMCID: PMC6930126.
  61. Klein GR, Austin MS, Smith EB, Hozack WJ. Total knee arthroplasty using computer-assisted navigation in patients with deformities of the femur and tibia. *J Arthroplasty*. 2006 Feb; 21(2): 284-8. doi: [10.1016/j.arth.2005.07.013](https://doi.org/10.1016/j.arth.2005.07.013). PMID: 16520220.
  62. Thienpont E, Paternostre F, Pietsch M, Hafez M, Howell S. Total knee arthroplasty with patient-specific instruments improves function and restores limb alignment in patients with extra-articular deformity. *Knee*. 2013 Dec; 20(6): 407-11. doi: [10.1016/j.knee.2013.07.001](https://doi.org/10.1016/j.knee.2013.07.001). Epub 2013 Jul 27. PMID: 23899651.
  63. Mirahmadi A, Hosseini-Monfared P, Amiri S, Taheri F, Farokhi M, Minaei Noshahr R, Kazemi SM. Cross-cultural adaptation and validation of the Persian version of the new Knee Society Knee Scoring System (KSS). *J Orthop Surg Res*. 2023 Nov 13; 18(1): 858. doi: [10.1186/s13018-023-04347-7](https://doi.org/10.1186/s13018-023-04347-7). PMID: 37953297; PMCID: PMC10641991.
  64. Collins NJ, Misra D, Felson DT, Crossley KM, Roos EM. Measures of knee function: International Knee

- and the development and progression of radiographic osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum.* 2007 Apr; 56(4): 1204-11. doi: [10.1002/art.22515](https://doi.org/10.1002/art.22515). PMID: 17393449.
26. Tanzer M, Makhdom AM. Preoperative Planning in Primary Total Knee Arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg.* 2016 Apr; 24(4): 220-30. doi: [10.5435/JAAOS-D-14-00332](https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-14-00332). PMID: 26990712.
  27. Parratte S, Van Overschelde P, Bandi M, Ozturk BY, Batailler C. An anatomic-functional implant positioning technique with robotic assistance for primary TKA allows the restoration of the native knee alignment and a natural functional ligament pattern, with a faster recovery at 6 months compared to an adjusted mechanical technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2023 Apr; 31(4): 1334-1346. doi: [10.1007/s00167-022-06995-4](https://doi.org/10.1007/s00167-022-06995-4). Epub 2022 May 13. PMID: 35552475.
  28. Sathikumar AS, Jacob G, Varghese J, Mathew V. Total Knee Arthroplasty in Paget's Disease using 3D-Printed Patient-Specific Femoral Jig - A Case Report. *J Orthop Case Rep.* 2023 Aug; 13(8): 84-88. doi: [10.13107/jocr.2023.v13.i08.3826](https://doi.org/10.13107/jocr.2023.v13.i08.3826). PMID: 37654769; PMCID: PMC10465753.
  29. Beckers G, Kiss MO, Massé V, Malavolta M, Vendittoli PA. Personalized total knee arthroplasty in patients with extra-articular deformities. *EFORT Open Rev.* 2024 Jul 1; 9(7): 646-657. doi: [10.1530/EOR-23-0215](https://doi.org/10.1530/EOR-23-0215). PMID: 38949174; PMCID: PMC11297404.
  30. Catani F, Digennaro V, Ensini A, Leardini A, Giannini S. Navigation-assisted total knee arthroplasty in knees with osteoarthritis due to extra-articular deformity. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012 Mar; 20(3): 546-51. doi: [10.1007/s00167-011-1602-1](https://doi.org/10.1007/s00167-011-1602-1). Epub 2011 Jul 29. PMID: 21800169.
  31. Veltman ES, van Wensen RJA, Defoort KC, van Hellemond GG, Wymenga AB. Single-stage total knee arthroplasty and osteotomy as treatment of secondary osteoarthritis with severe coronal deviation of joint surface due to extra-articular deformity. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017 Sep; 25(9): 2835-2840. doi: [10.1007/s00167-015-3889-9](https://doi.org/10.1007/s00167-015-3889-9). Epub 2015 Dec 12. PMID: 26658561.
  32. Bagaria V, Kulkarni RV, Sadigale OS, Sahu D, Parvizi J, Thienpont E. Varus Knee Deformity Classification Based on Degree and Extra- or Intra-Articular Location of Coronal Deformity and Osteoarthritis Grade. *JBJS Rev.* 2021 Oct 25; 9(10). doi: [10.2106/JBJS.RVW.20.00296](https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.20.00296). PMID: 34695035.
  33. Wallace SJ, Greenstein MD, Fragomen AT, Reif TJ, Rozbruch SR. Staged Extra-Articular Deformity Correction in the Setting of Total Knee Arthroplasty. *Arthroplast Today.* 2023 Nov 9; 24: 101247. doi: [10.1016/j.artd.2023.101247](https://doi.org/10.1016/j.artd.2023.101247). PMID: 38023645; PMCID: PMC10663752.
  34. Tawari GJK, Maheshwari R, Madan SS. Extra-articular deformity correction using Taylor spatial frame prior to total knee arthroplasty. *Strategies Trauma Limb Reconstr.* 2018 Nov; 13(3): 179-184. doi: [10.1007/s11751-018-0310-5](https://doi.org/10.1007/s11751-018-0310-5). Epub 2018 Mar 20. PMID: 29556929; PMCID: PMC6249143.
  35. Liu Z, Pan X, Zhang X. Total knee arthroplasty using navigation system for severe osteoarthritis with extra-articular deformity. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2013 Jan; 23(1): 93-6. doi: [10.1007/s00590-011-0912-9](https://doi.org/10.1007/s00590-011-0912-9). Epub 2011 Nov 25. PMID: 23412413.
  36. Hazratwala K, Matthews B, Wilkinson M, Barroso-Rosa S. Total knee arthroplasty in patients with extra-articular deformity. *Arthroplast Today.* 2016 Jan 12; 2(1): 26-36. doi: [10.1016/j.artd.2015.11.002](https://doi.org/10.1016/j.artd.2015.11.002). PMID: 28326394; PMCID: PMC4957157.
  37. Rossi R, Cottino U, Bruzzone M, Dettoni F, Bonasia DE, Rosso F. Total knee arthroplasty in the varus knee: tips and tricks. *Int Orthop.* 2019 Jan; 43(1): 151-158. doi: [10.1007/s00264-018-4116-3](https://doi.org/10.1007/s00264-018-4116-3). Epub 2018 Aug 23. PMID: 30141140.
  38. Chua W, Wang W. Intra-articular correction of extra-articular tibial deformities with total knee arthroplasty. *Int J Surg Case Rep.* 2013;4(3):276-8. doi: [10.1016/j.ijscr.2012.12.001](https://doi.org/10.1016/j.ijscr.2012.12.001). Epub 2012 Dec 21. PMID: 23353706; PMCID: PMC3604651.
  39. John R, Sherman K, Sharma H. Surgical principles for complex primary total knee arthroplasty in the presence of extra-articular deformity. *J Orthop.* 2022 Sep 6; 34: 295-303. doi: [10.1016/j.jor.2022.08.017](https://doi.org/10.1016/j.jor.2022.08.017). PMID: 36164287; PMCID: PMC9508380.
  40. Amiri S, Mirahmadi A, Parvandi A, Hosseini-Monfared P, Minaei Noshahr R, Hoseini SM, Kazemi SM. Management of Iatrogenic Medial Collateral Ligament Injury in Primary Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review. *Arch Bone Jt Surg.* 2024; 12(3): 159-166. doi: [10.22038/ABJS.2023.73563.3406](https://doi.org/10.22038/ABJS.2023.73563.3406). PMID: 38577515; PMCID: PMC10989723.
  41. Baldini A, Castellani L, Traverso F, Balatri A, Balato G, Franceschini V. The difficult primary total knee arthroplasty: a review. *Bone Joint J.* 2015 Oct; 97-B(10 Suppl A): 30-9. doi: [10.1302/0301-620X.97B10.36920](https://doi.org/10.1302/0301-620X.97B10.36920). PMID: 26430084.
  42. Shahcheraghi GH, Javid M, Tavakoli A, Nirooei E, Momtahan E. Knee Arthroplasty without Metal Augmentations in Patients with Major Tibial Defects: A Retrospective Study. *Iran J Med Sci.* 2024 Nov 1; 49(11): 707-715. doi: [10.30476/ijms.2024.100363.3265](https://doi.org/10.30476/ijms.2024.100363.3265). PMID: 39678526; PMCID: PMC11645414.
  43. Tani I, Nakano N, Takayama K, Ishida K, Kuroda R, Matsumoto T. NAVIGATED TOTAL KNEE ARTHROPLASTY FOR OSTEOARTHRITIS WITH EXTRA-ARTICULAR DEFORMITY. *Acta Ortop Bras.* 2018 May-Jun; 26(3): 170-174. doi: [10.1590/1413-785220182603178367](https://doi.org/10.1590/1413-785220182603178367). PMID: 30038540; PMCID: PMC6053962.
  44. Haritnian EG, Pimpalnerkar AL. Computer Assisted Total Knee Arthroplasty: Does it Make a Difference? *Maedica (Bucur).* 2013 Jun; 8(2): 176-81. PMID: 24371482; PMCID: [PMC3865127](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC3865127/).
  45. Matassi F, Cozzi Lepri A, Innocenti M, Zanna L, Civinini R, Innocenti M. Total Knee Arthroplasty in Patients With Extra-Articular Deformity: Restoration of Mechanical Alignment Using Accelerometer-Based

3. Rajgopal A, Vasdev A, Dahiya V, Tyagi VC, Gupta H. Total knee arthroplasty in extra articular deformities: A series of 36 knees. *Indian J Orthop.* 2013 Jan; 47(1): 35-9. doi: [10.4103/0019-5413.106893](https://doi.org/10.4103/0019-5413.106893). PMID: 23532339; PMCID: PMC3601231.
4. Meng C, Yang S, Zhang Y, Yang L, Shi H, Xu Y, Li C. Simulation of osteotomy in total knee arthroplasty with femoral extra-articular deformity assisted by artificial intelligence: a study based on three-dimensional models. *J Orthop Surg Res.* 2024 Oct 10; 19(1): 641. doi: [10.1186/s13018-024-05126-8](https://doi.org/10.1186/s13018-024-05126-8). PMID: 39385180; PMCID: PMC11465894.
5. Sculco PK, Kahlenberg CA, Fragomen AT, Rozbruch SR. Management of Extra-articular Deformity in the Setting of Total Knee Arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg.* 2019 Sep 15; 27(18): e819-e830. doi: [10.5435/JAAOS-D-18-00361](https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-18-00361). PMID: 30624304.
6. Vedoya SP, Sel HD. Total knee arthroplasty and extra-articular deformity: Deformity correction with intra-articular bone resections. 10 years follow up. *J Orthop.* 2021 Jan 30; 23: 219-224. doi: [10.1016/j.jor.2021.01.007](https://doi.org/10.1016/j.jor.2021.01.007). PMID: 33642818; PMCID: PMC7887331.
7. Paley D. Principles of deformity correction. 2nd ed. Berlin: Springer; 2014.
8. Krettek C, Miclau T, Grün O, Schandelmaier P, Tscherne H. Intraoperative control of axes, rotation and length in femoral and tibial fractures. Technical note. *Injury.* 1998; 29 Suppl 3: C29-39. doi: [10.1016/s0020-1383\(98\)95006-9](https://doi.org/10.1016/s0020-1383(98)95006-9). PMID: 10341895.
9. Kettelkamp DB, Hillberry BM, Murrish DE, Heck DA. Degenerative arthritis of the knee secondary to fracture malunion. *Clin Orthop Relat Res.* 1988 Sep; (234): 159-69. PMID: 3409571.
10. Tetsworth K, Paley D. Malalignment and degenerative arthropathy. *Orthop Clin North Am.* 1994 Jul; 25(3): 367-77. PMID: [8028880](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8028880/).
11. Brouwer GM, van Tol AW, Bergink AP, Belo JN, Bernsen RM, Reijman M, Pols HA, Bierma-Zeinstra SM. Association between valgus and varus alignment and the development and progression of radiographic osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum.* 2007 Apr; 56(4): 1204-11. doi: [10.1002/art.22515](https://doi.org/10.1002/art.22515). PMID: 17393449.
12. Sharma L, Song J, Felson DT, Cahue S, Shamiyeh E, Dunlop DD. The role of knee alignment in disease progression and functional decline in knee osteoarthritis. *JAMA.* 2001 Jul 11; 286(2): 188-95. doi: [10.1001/jama.286.2.188](https://doi.org/10.1001/jama.286.2.188). Erratum in: *JAMA* 2001 Aug 15; 286(7):792. PMID: 11448282.
13. Cerejo R, Dunlop DD, Cahue S, Channin D, Song J, Sharma L. The influence of alignment on risk of knee osteoarthritis progression according to baseline stage of disease. *Arthritis Rheum.* 2002 Oct; 46(10): 2632-6. doi: [10.1002/art.10530](https://doi.org/10.1002/art.10530). PMID: 12384921.
14. Felson DT, Niu J, Gross KD, Englund M, Sharma L, Cooke TD, Guermazi A, Roemer FW, Segal N, Goggins JM, Lewis CE, Eaton C, Nevitt MC. Valgus malalignment is a risk factor for lateral knee osteoarthritis incidence and progression: findings from the Multicenter Osteoarthritis Study and the Osteoarthritis Initiative. *Arthritis Rheum.* 2013 Feb; 65(2): 355-62. doi: [10.1002/art.37726](https://doi.org/10.1002/art.37726). PMID: 23203672; PMCID: PMC3558618.
15. Sharma L, Song J, Dunlop D, Felson D, Lewis CE, Segal N, Torner J, Cooke TD, Hietpas J, Lynch J, Nevitt M. Varus and valgus alignment and incident and progressive knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis.* 2010 Nov; 69(11): 1940-5. doi: [10.1136/ard.2010.129742](https://doi.org/10.1136/ard.2010.129742). Epub 2010 May 28. PMID: 20511608; PMCID: PMC2994600.
16. Tanamas S, Hanna FS, Cicuttini FM, Wluka AE, Berry P, Urquhart DM. Does knee malalignment increase the risk of development and progression of knee osteoarthritis? A systematic review. *Arthritis Rheum.* 2009 Apr 15; 61(4): 459-67. doi: [10.1002/art.24336](https://doi.org/10.1002/art.24336). PMID: 19333985.
17. Paley D, Herzenberg JE, Tetsworth K, McKie J, Bhav A. Deformity planning for frontal and sagittal plane corrective osteotomies. *Orthop Clin North Am.* 1994 Jul; 25(3): 425-65. PMID: [8028886](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8028886/).
18. Mullaji A, Shetty GM. Computer-assisted total knee arthroplasty for arthritis with extra-articular deformity. *J Arthroplasty.* 2009 Dec; 24(8): 1164-9.e1. doi: [10.1016/j.arth.2009.05.005](https://doi.org/10.1016/j.arth.2009.05.005). Epub 2009 Jul 4. PMID: 19577897.
19. Singer FR, Bone HG 3rd, Hosking DJ, Lyles KW, Murad MH, Reid IR, Siris ES; Endocrine Society. Paget's disease of bone: an endocrine society clinical practice guideline. *J Clin Endocrinol Metab.* 2014 Dec; 99(12): 4408-22. doi: [10.1210/jc.2014-2910](https://doi.org/10.1210/jc.2014-2910). PMID: 25406796.
20. Loures FB, Correia W, Reis JH, Pires E Albuquerque RS, de Paula Mozela A, de Souza EB, Maia PV, Barretto JM. Outcomes after knee arthroplasty in extra-articular deformity. *Int Orthop.* 2019 Sep; 43(9): 2065-2070. doi: [10.1007/s00264-018-4147-9](https://doi.org/10.1007/s00264-018-4147-9). Epub 2018 Sep 14. PMID: 30215100.
21. Insall J. Surgical techniques and instrumentation in total knee arthroplasty. In: Insall J, Scott WN, editors. *Surgery of the knee.* 3rd ed. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2001. p. 1553-1620.
22. Meloni MC, Hoedemaeker RW, Violante B, Mazzola C. Soft tissue balancing in total knee arthroplasty. *Joints.* 2014 May 8; 2(1): 37-40. PMID: 25606540; PMCID: [PMC4295665](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC4295665/).
23. Ranawat AS, Ranawat CS, Elkus M, Rasquinha VJ, Rossi R, Babhulkar S. Total knee arthroplasty for severe valgus deformity. *J Bone Joint Surg Am.* 2005 Sep; 87 Suppl 1(Pt 2): 271-84. doi: [10.2106/JBJS.E.00308](https://doi.org/10.2106/JBJS.E.00308). PMID: 16140800.
24. Ritter MA, Berend ME, Meding JB, Keating EM, Faris PM, Crites BM. Long-term followup of anatomic graduated components posterior cruciate-retaining total knee replacement. *Clin Orthop Relat Res.* 2001 Jul; (388): 51-7. doi: [10.1097/00003086-200107000-00009](https://doi.org/10.1097/00003086-200107000-00009). PMID: 11451132.
25. Brouwer GM, van Tol AW, Bergink AP, Belo JN, Bernsen RM, Reijman M, Pols HA, Bierma-Zeinstra SM. Association between valgus and varus alignment

Complications following TKA with correction of extra-articular deformities can be more frequent and severe compared to standard TKA. These may include:

- Infection: The risk of infection may be increased due to longer operative times and more extensive soft tissue dissection.<sup>(54, 56)</sup>
- Instability: Achieving proper soft tissue balance can be challenging in the presence of extra-articular deformities, potentially leading to instability.<sup>(54, 62)</sup>
- Periprosthetic fracture: Patients with poor bone quality or those undergoing simultaneous osteotomy may be at increased risk of periprosthetic fracture.<sup>(66, 67)</sup>
- Neurovascular injuries: Correction of severe deformities can put neurovascular structures at risk, particularly in cases of long-standing valgus deformities where the peroneal nerve may be vulnerable.<sup>(6, 68, 69)</sup>
- Implant failure: Suboptimal implant positioning or persistent abnormal biomechanical forces may lead to early implant loosening or failure.<sup>(4, 44)</sup>
- Recurrence of deformity: In some cases, particularly with incomplete correction or in patients with underlying metabolic bone diseases, there may be a risk of deformity recurrence over time.<sup>(55, 70)</sup>

Careful preoperative planning, meticulous surgical technique, and vigilant postoperative management are essential to minimize these risks and optimize outcomes.

### Future Directions in TKA for Extra-Articular Deformities

The field of TKA for extra-articular deformities is evolving rapidly with advancements in surgical techniques and technologies. One promising development is the continued integration of kinematic alignment approaches, which seek to restore the patient's native knee kinematics rather than simply aiming for standard mechanical alignment. These methods may improve functional outcomes, particularly in patients with complex deformities.

Further research into the use of 3D modeling and patient-specific instrumentation for preoperative planning could lead to more personalized surgical approaches, optimizing the alignment and reducing complications. Additionally, the role of artificial intelligence (AI) in surgery is expanding. AI algorithms may assist in preoperative planning by analyzing large datasets, predicting surgical outcomes, and refining the accuracy of implant positioning.<sup>(4, 71)</sup> These advances hold promise for

reducing surgical errors and improving long-term outcomes.

### Summary

The management of extra-articular deformities in TKA requires careful planning, advanced imaging, and a multidisciplinary approach. Proper preoperative evaluation using full-length radiographs and other imaging techniques helps determine the appropriate surgical approach. Surgeons must be prepared to perform intra-articular corrections or extra-articular osteotomies based on the severity and location of the deformities. Advances in technology, such as computer-assisted navigation and robotic systems, have the potential to improve surgical precision and outcomes, although their implementation is currently limited by cost and training requirements. Postoperative complications, including residual malalignment, ligament imbalance, and nerve injury, must be carefully managed. Preventive measures, such as preoperative neurovascular assessments and infection controls, are essential to minimize risks. As the field continues to evolve, new innovations in personalized implants and AI-driven preoperative planning may further enhance the management of extra-articular deformities in TKA, ultimately leading to better patient outcomes.

### Conflict of interest

The authors declare they don't have any conflict of interest.

### Acknowledgement

The authors would like to express their sincere appreciation to all colleagues and mentors who contributed their expertise and support to the development of this work.

### References

1. Franzoni S, Rossi SMP, Cassinadri A, Sangaletti R, Benazzo F. Perioperative pain management in total knee arthroplasty: a narrative review of current multimodal analgesia protocols. *Appl Sci.* 2023; 13(6): 3798. doi:[10.3390/app13063798](https://doi.org/10.3390/app13063798).
2. González-Sáenz-de-Tejada M, Quintana JM, Arenaza JC, Azcarate-Garitano JR, Esnaola-Guisasola PM, García-Sánchez I, Baguer-Antonio A, Bilbao-González A. Long-term health related quality of life in total knee arthroplasty. *BMC Musculoskelet Disord.* 2023 Apr 25; 24(1): 327. doi: [10.1186/s12891-023-06399-6](https://doi.org/10.1186/s12891-023-06399-6). PMID: 37098518; PMCID: PMC10127408.

the more distal segments.<sup>(49)</sup> However, the specific approach should be tailored to each patient's unique anatomy and functional needs.<sup>(39)</sup>

In cases of multi-planar deformities, the use of hexapod external fixators for gradual correction prior to TKA may be considered. This approach allows for precise correction of complex deformities and can be particularly useful in cases where acute correction would put neurovascular structures at risk.<sup>(34)</sup>

### Postoperative Management and Rehabilitation

Postoperative management of patients undergoing TKA with correction of extra-articular deformities follows many of the same principles as standard TKA, with some important considerations.<sup>(5)</sup> Pain management is crucial, and multimodal analgesia protocols are typically employed to facilitate early mobilization and rehabilitation.<sup>(36, 46)</sup>

Early mobilization is encouraged to prevent stiffness and promote muscle strength and joint function. However, in cases where osteotomies have been performed, weight-bearing restrictions may be necessary to allow for bone healing. The specific rehabilitation protocol should be tailored to the individual patient, taking into account the nature of the deformity correction and any additional procedures performed.

Physical therapy plays a vital role in the recovery process. Initial focus is on regaining range of motion, particularly in cases where significant soft tissue releases or osteotomies have been performed. As healing progresses, emphasis shifts to strengthening exercises and gait training. Patients with long-standing deformities may require extended rehabilitation to overcome ingrained movement patterns and optimize their new biomechanical alignment.<sup>(37)</sup>

Long-term follow-up is essential for patients who have undergone TKA with correction of extra-articular deformities. Regular clinical and radiographic assessments are necessary to monitor implant position, bone healing (in cases of osteotomy), and overall limb alignment.<sup>(57)</sup> Any signs of instability, malalignment, or implant loosening should be promptly addressed to prevent more serious complications.<sup>(36)</sup>

### Outcomes and Complications

Outcomes of TKA in patients with extra-articular deformities can be highly satisfactory when appropriate surgical techniques are employed.<sup>(39, 47)</sup> Many studies have reported significant improvements in pain, function, and quality of life following these procedures.<sup>(41, 51, 58-61)</sup> However, it's important to note that outcomes may be more variable compared to primary TKA in patients without extra-articular deformities, and patient expectations should be managed accordingly.<sup>(45, 61, 62)</sup>

Functional outcomes, as measured by range of motion and standardized knee scores, generally show substantial improvement postoperatively.<sup>(63, 64)</sup> However, patients with severe preoperative deformities or those requiring extensive soft tissue releases may experience more limited gains in range of motion.<sup>(29, 30, 65)</sup> Patient-reported outcome measures typically demonstrate high levels of satisfaction, particularly in terms of pain relief and improved mobility.<sup>(20, 48, 65)</sup>



**Figure 3:** Intra-Articular Correction of Extra-Articular Femoral Deformity During Total Knee Arthroplasty

Radiographic outcomes focus on the achievement and maintenance of proper limb alignment and implant positioning. While perfect mechanical alignment may not always be achievable or desirable in cases of severe extra-articular deformity, the goal is to optimize overall limb function and implant longevity.

## Management of Specific Deformities

### Femoral Deformities

Femoral deformities can present in various planes and often require a combination of techniques for correction.<sup>(43)</sup> Varus and valgus deformities in the coronal plane may be addressed through careful intra-articular bone resection and soft tissue balancing if mild to moderate.<sup>(6)</sup> More severe deformities may require femoral osteotomy, either distal or proximal, depending on the apex of the deformity. The functional impact of a deformity on limb alignment is determined more by its location than its angular magnitude. Midshaft deformities, for instance, alter the mechanical axis by approximately 50%, highlighting the importance of both level and severity in surgical planning (figure 3).<sup>(39)</sup>

A 69-year-old man with a pronounced extra-articular deformity of the right proximal femur underwent TKA. (a through d) Preoperative imaging revealed marked varus malalignment originating in the upper femur, situated well above the knee joint. Given the deformity's location, its influence on the overall mechanical axis was diminishing distally, making it amenable to intra-articular correction during TKA. (e and f) Postoperative radiographs confirmed successful realignment of the limb and secure placement of the prosthetic components, all achieved in a single-stage surgical intervention.

Rotational deformities of the femur can significantly affect patellofemoral mechanics and overall knee kinematics. Correction of these deformities often requires a rotational osteotomy, which can be performed at the distal femur or more proximally. The amount of correction needed should be carefully planned preoperatively using CT scans to assess femoral anteversion.<sup>(46)</sup>

Flexion or extension deformities in the sagittal plane can be particularly challenging. Mild flexion deformities can often be addressed through careful soft tissue releases and appropriate bone resection. However, severe Tibial deformities are commonly encountered in the coronal plane as varus or valgus angulation. Mild to moderate deformities can often be corrected through intra-articular techniques, including asymmetric bone resection and soft tissue balancing.<sup>(38, 51)</sup>

More severe deformities may require a proximal tibial osteotomy, which can be performed simultaneously

with the TKA or as a staged procedure.<sup>(52, 53)</sup> Rotational deformities of the tibia can affect patellar tracking and overall knee function. Correction of significant tibial torsion typically requires a rotational osteotomy, which is often performed at the supramalleolar level to avoid compromising the proximal tibia for implant fixation.<sup>(54)</sup>

Anterior or posterior bowing of the tibia in the sagittal plane can affect implant positioning and overall limb alignment. In some cases, this may necessitate the use of offset stem extensions or even tibial osteotomy to achieve proper alignment and implant fit.<sup>(52)</sup> Fixed flexion deformities may require more extensive soft tissue releases or even femoral osteotomy to achieve full extension.<sup>(3)</sup>

### Tibial Deformities

Tibial deformities are commonly encountered in the coronal plane as varus or valgus angulation. Mild to moderate deformities can often be corrected through intra-articular techniques, including asymmetric bone resection and soft tissue balancing.<sup>(38, 51)</sup> More severe deformities may require a proximal tibial osteotomy, which can be performed simultaneously with the TKA or as a staged procedure.<sup>(52, 53)</sup>

Rotational deformities of the tibia can affect patellar tracking and overall knee function. Correction of significant tibial torsion typically requires a rotational osteotomy, which is often performed at the supramalleolar level to avoid compromising the proximal tibia for implant fixation.<sup>(54)</sup>

Anterior or posterior bowing of the tibia in the sagittal plane can affect implant positioning and overall limb alignment. In some cases, this may necessitate the use of offset stem extensions or even tibial osteotomy to achieve proper alignment and implant fit.<sup>(52)</sup>

### Combined Deformities

Patients with combined femoral and tibial deformities present the greatest challenge in TKA.<sup>(20)</sup> These cases require careful preoperative planning to determine the optimal correction strategy.<sup>(39)</sup> In some instances, correction of one deformity (e.g., femoral) may sufficiently improve overall limb alignment, obviating the need for correction of the other (e.g., tibial).<sup>(20)</sup> However, in severe cases, both femoral and tibial corrections may be necessary.<sup>(55, 56)</sup>

The sequence of correction in combined deformities is crucial. Generally, the more proximal deformity is addressed first, as this can influence the alignment of

Staged procedures allow for healing of the osteotomy site before TKA but require two separate surgeries.<sup>(33)</sup>

Simultaneous procedures can be more challenging but offer the advantage of a single surgical intervention and recovery period.<sup>(36)</sup>

Advantages:<sup>(36)</sup>

- Allows for true correction of severe deformities;
- Can reproduce native knee laxity and overall lower limb axis;
- Suitable for deformities close to the joint.

Disadvantages:<sup>(36)</sup>

- More invasive procedure;
- Higher risk of complications;
- May require staged approach.

### Implant Selection and Positioning

Proper implant selection is crucial in TKA with extra-articular deformities.<sup>(37, 41)</sup> While standard implants may be sufficient in some cases, others may require more constrained designs or the use of augments and stem extensions.<sup>(39, 41)</sup> The level of constraint should be carefully considered, balancing the need for stability with the preservation of bone stock and the potential for future revisions. Implant positioning in the presence of extra-articular deformities can be challenging. The goal is to achieve overall limb alignment while respecting the joint line and ensuring proper patellofemoral tracking.<sup>(39)</sup> This may involve compromises between anatomical and mechanical alignment principles, particularly in cases where full correction of the extra-articular deformity is not feasible or desirable.<sup>(41, 42)</sup>

In cases of severe deformity or poor bone quality, the use of stemmed implants and augments may be necessary.<sup>(29, 41)</sup> Stems can provide additional stability by extending the fixation into the diaphysis of the bone. Augments, such as metal blocks or wedges, can help address bone defects and achieve proper alignment without excessive bone resection.<sup>(41)</sup>

### Neurovascular Protection

When performing surgery on patients with extra-articular deformities, especially those requiring osteotomies, there is an increased risk of injury to neurovascular structures.<sup>(34, 43)</sup> The peroneal nerve, in particular, is vulnerable when significant bone cuts are made in the tibia or femur. Preoperative assessment of the neurovascular structures is crucial to mitigate risks during surgery. Surgeons must be prepared for potential complications such as nerve palsy,

particularly if large or rapid deformity corrections are required.<sup>(43)</sup>

When correcting multi-planar deformities, external fixators like hexapod frames are beneficial because they allow for gradual correction, which helps avoid acute soft tissue tension and reduces the risk of nerve injury. Close postoperative monitoring is essential, and patients should be thoroughly educated about the risks of nerve damage and the signs of complications.<sup>(34)</sup>

### Infection Risk

Infection remains a major concern for patients undergoing TKA, particularly in those who have had previous surgical procedures such as osteotomies or external fixators. The use of external fixators increases the risk of infection at pin sites, which may extend to the joint or underlying bone. Therefore, a meticulous preoperative infection workup is essential, including inflammatory markers and joint aspiration when necessary.<sup>(36)</sup>

In cases where a previous implant is present, surgeons must carefully assess for any signs of deep infection before proceeding with arthroplasty. Preventive measures, such as antibiotics, should be used appropriately.<sup>(3)</sup>

### Computer-assisted and Robotic-assisted TKA

Advanced technologies such as computer navigation and robotic-assisted surgery have shown promise in improving accuracy and precision in TKA, particularly in cases of extra-articular deformity. These technologies can aid in achieving more precise bone cuts, optimizing implant positioning, and balancing soft tissues. Computer navigation systems provide real-time feedback on limb alignment and component positioning, allowing for intraoperative adjustments.<sup>(4, 30, 35, 44-47)</sup> Robotic-assisted systems offer the additional advantage of haptic feedback and can execute precise bone cuts based on preoperative planning.<sup>(48-50)</sup> While these technologies show potential benefits, they also have limitations, including increased operative time, learning curve, and cost. Their role in TKA for extra-articular deformities continues to evolve, and long-term outcome studies are needed to fully establish their efficacy.

expected outcomes of the lengthening procedure. A successful limb-lengthening procedure can greatly improve patient outcomes by restoring functional limb length and correcting the mechanical axis.<sup>(20)</sup>

### Surgical Techniques and Considerations

The surgical approach to TKA in patients with extra-articular deformities depends on the nature and severity of the deformity, as well as the surgeon's experience and preference. The primary goal is to achieve a stable, well-aligned knee with balanced soft tissues and appropriate implant positioning.<sup>(36, 37)</sup>

### Correction types

#### Intra-articular Correction

For mild to moderate extra-articular deformities or when the deformity is distant from the joint, correction can often be achieved through intra-articular techniques alone.<sup>(36)</sup> Indications for intra-articular correction typically include:

- Sagittal deformities up to 20°;
- Femoral coronal deformities up to 15-20°;
- Tibial coronal deformities up to 30°<sup>6,36,38</sup>.



Figure 2: Intra-Articular Correction of Moderate Extra-Articular Deformity During Total Knee Arthroplasty

This approach involves careful bone resection and soft tissue balancing within the knee joint itself. The principle is to create rectangular flexion and extension gaps that are equal and symmetrical, which may require asymmetric bone cuts and selective soft tissue releases.<sup>(36)</sup> In cases of varus deformity, for example, this might involve a more conservative cut on the medial tibial plateau combined with a lateral soft tissue release (figure 2). Conversely, valgus deformities may require lateral femoral condyle under-resection and medial advanced soft tissue releases.<sup>(37)</sup> The key is to achieve a balance between bony alignment and soft tissue tension.<sup>(36)</sup>

Advantages of intra-articular correction include:<sup>(36)</sup>

- Being less invasive compared to osteotomy;
- Single-stage procedure;
- Avoids complications associated with osteotomies.

Limitations:<sup>(36, 39, 40)</sup>

- Not suitable for severe deformities;
  - May require extensive soft tissue releases;
- Risk of ligament imbalance.

A 61-year-old female with moderate left knee deformity underwent TKA. (a through c) The preoperative deformities were within thresholds suitable for intra-articular correction ( $\leq 20^\circ$  sagittal,  $\leq 15-20^\circ$  femoral coronal, or  $\leq 30^\circ$  tibial coronal). (d and e) Postoperative images reveal successful mechanical axis restoration using selective bone resections and soft tissue balancing, with symmetrical and rectangular flexion-extension gaps achieved, eliminating the need for osteotomy.

#### Extra-articular Correction

For more severe deformities, or when intra-articular correction would compromise the collateral ligaments or lead to excessive bone resection, extra-articular correction may be necessary.<sup>(36,39)</sup> This typically involves an osteotomy of the femur or tibia to correct the deformity before or during the TKA procedure. Femoral osteotomies can be performed at various levels, depending on the location and nature of the deformity. Distal femoral osteotomies are common for correcting varus or valgus deformities near the knee joint, while more proximal osteotomies may be required for deformities closer to the hip. Tibial osteotomies are typically performed in the proximal tibia and can address varus, valgus, or rotational deformities.<sup>(36)</sup> Osteotomies can be performed as a staged procedure or simultaneously with the TKA. The decision between staged and simultaneous procedures depends on several factors, including the severity of the deformity, the complexity of the required correction, and the surgeon's experience.<sup>(33,36)</sup>

### Coronal Plane Deformities

Preoperative planning for TKA in patients with extra-articular deformities in the coronal plane begins by determining the degree of deformity and its impact on knee alignment. In cases where the deformity is mild and the CORA (center of rotation of angulation) is located farther from the joint, intra-articular corrections can often be achieved.<sup>(29-31)</sup> If the deformity is more severe or the CORA is closer to the knee joint, osteotomy may be required to fully correct the alignment before proceeding with TKA.<sup>(20, 26, 32)</sup> Additionally, surgeons must assess the involvement of the collateral ligament insertions to ensure the cuts made during TKA will not disrupt ligamentous integrity.<sup>(20, 31, 32)</sup>

**Table 1: Correction of different extraarticular deformities based on locations in TKA**

Deformity Location	Deformity Type	Acceptable Angle for Intra-articular Correction	Recommended Correction Method for Larger Angles
Femur	Coronal plane	Up to 20°	>20°: Extra-articular osteotomy
Femur	Sagittal plane	Up to 15°	>15°: Extra-articular osteotomy
Tibia	Coronal plane	Up to 30°	>30°: Extra-articular osteotomy
Tibia	Sagittal plane	Up to 10°	>10°: Extra-articular osteotomy
Combined femoral and tibial	Coronal plane	Up to 35° total	>35°: Consider staged correction
Rotational deformity	Axial plane	Up to 15°	>15°: Extra-articular derotational osteotomy

For deformities that exceed 20 degrees in the femur or 30 degrees in the tibia, extra-articular osteotomy should be considered (table 1). In these cases, correction must be achieved before TKA, as intra-articular adjustments alone will not restore proper knee function. The magnitude of deformity and its proximity to the joint must be carefully assessed using preoperative templating and measurements from radiographic images.<sup>(20, 26, 29-32)</sup>

### Sagittal Plane Deformities

Sagittal plane deformities, such as flexion or extension malalignments, tend to be more tolerable during TKA than coronal plane deformities. Studies suggest that intra-articular correction is feasible for sagittal plane deformities up to 10 degrees of flexion (procurvatum) or 20 degrees of extension (recurvatum). Larger deformities, particularly those greater than 20 degrees, typically require a corrective osteotomy prior to TKA (table 1).<sup>(33)</sup>

In cases of recurvatum, which involves hyperextension of the knee, TKA can generally restore alignment without risk of femoral notching. However, procurvatum deformities, which cause excessive flexion, pose a higher risk of femoral notching during correction.<sup>(33)</sup> For combined coronal and sagittal deformities, more complex solutions such as hexapod frames, which allow gradual correction in multiple planes, can be employed.<sup>(34)</sup>

### Rotational Deformities

Rotational deformities, often overlooked in TKA, can significantly impact the alignment and function of the knee joint. These deformities are often diagnosed through clinical evaluation of gait and examination of foot progression angles. Subtle rotational abnormalities may also be indicated by patellar subluxation on plain radiographs. When suspected, cross-sectional imaging, typically a CT scan, is essential for assessing femoral version and confirming the degree of rotational deformity.<sup>(35)</sup>

Correcting rotational deformities during TKA can be challenging, as the procedure allows for only minimal correction of axial malalignments. Therefore, correction of significant rotational deformities is generally best performed in a staged procedure before TKA. This approach reduces complications, such as excessive femoral notching or improper alignment during surgery, and ensures optimal outcomes.<sup>(33)</sup>

### Limb-Length Discrepancy

Limb-length discrepancies (LLD) are common in patients with extra-articular deformities. In these cases, the affected limb is often shorter. Major LLD (10 mm or more) must be addressed before or during TKA. Surgical options include using intramedullary lengthening nails (ILNs) to simultaneously correct both deformity and limb-length discrepancies, although these devices can cause varus or valgus deformities depending on the nail's stiffness and the patient's bone structure. Preoperative planning should carefully assess the required correction angles and the

## Etiology of Extra-articular Deformities

Extra-articular deformities of the femur and tibia can result from several factors, including congenital anomalies, metabolic bone diseases, posttraumatic malunions, and previous surgeries.<sup>(7, 8)</sup> Among the most common causes are malunions, leading to altered alignment and abnormal mechanical stress across the knee.<sup>(9, 10)</sup> These malunions can disrupt normal knee function and increase the risk of developing knee osteoarthritis.<sup>(11, 12)</sup> Although some studies have questioned the direct link between femoral malunions and knee osteoarthritis, it is generally accepted that the severity of the deformity plays a significant role in the progression of osteoarthritis.<sup>(13-18)</sup>

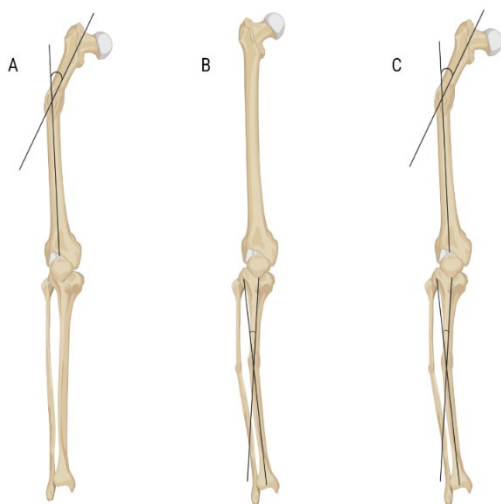


Figure 1: Different locations of deformities for considering extra-articular osteotomy. Deformity in femur (A), deformity in tibia (B), combined femoral and tibial deformities (C).

Additionally, metabolic bone diseases such as osteogenesis imperfecta, Paget's disease, and rickets can contribute to structural bone changes that lead to deformities, often resulting in weakened bone quality and joint instability.<sup>(18, 19)</sup> When treating patients with such conditions, of bone fragility, they may complicate the surgical approach and require special handling during the procedure.

## Classification

The extra articular deformities can be classified based on their anatomical location (femoral, tibial, or combined), direction (varus, valgus, flexion, extension, or rotational), and severity.<sup>(10)</sup> The severity of the deformity is typically measured in degrees of

angulation or millimeters of translation from the normal anatomical axis. Femoral deformities are often categorized as varus or valgus in the coronal plane, and flexion or extension in the sagittal plane. Tibial deformities may be described as varus, valgus, or rotational. Combined deformities involving both the femur and tibia present additional complexity and may require more extensive surgical planning and intervention (figure 1).<sup>(3, 20)</sup>

## Preoperative Evaluation and Planning

Thorough preoperative evaluation is essential for successful outcomes in TKA with extra-articular deformities. This evaluation begins with a comprehensive patient history, focusing on the etiology of the deformity, previous treatments or surgeries, and the patient's functional limitations and expectations.<sup>(21-24)</sup>

Physical examination should assess the patient's gait, range of motion, ligamentous stability, and neurovascular status. The examiner should note any leg length discrepancies, rotational abnormalities, or fixed flexion deformities. A careful evaluation of the soft tissues, including skin quality and previous surgical scars, is crucial for surgical planning.<sup>(14, 18, 22)</sup> Imaging studies play a critical role in the assessment of extra-articular deformities. Standard radiographs, including weight-bearing lateral and coronal views of the knee, provide initial information about joint space narrowing, osteophyte formation, and bone quality.<sup>(9, 25)</sup> However, for patients with extra-articular deformities, full-length lower extremity radiographs are essential. These images, often referred to as hip-to-ankle or long-leg films, allow for accurate measurement of the mechanical and anatomical axes of the lower limb, as well as the assessment of the overall limb alignment.<sup>(7, 20, 26)</sup>

Advanced imaging modalities such as computed tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI) may be necessary in complex cases. CT scans can provide detailed information about bone geometry and rotational alignment, which is particularly useful in cases of rotational deformities or when planning corrective osteotomies. MRI can offer additional information about soft tissue structures, including ligaments and muscles, which may be affected by long-standing deformities.<sup>(5, 20)</sup>

In some cases, three-dimensional printing technology may be used to create patient-specific models or cutting guides, enhancing the precision of the surgical procedure.<sup>(27, 28)</sup>

## Total Knee Arthroplasty in Patients with Extra-articular Deformities (Challenges, Techniques, and Outcomes)

### Abstract

Performing total knee arthroplasty (TKA) in patients with extra-articular deformities presents complex and significant surgical challenges that can have both direct and indirect impacts on treatment outcomes. These deformities often require more meticulous planning and tailored surgical strategies to maintain biomechanical alignment of the joint and ensure optimal patient function. Among these strategies are intra-articular corrections and extra-articular osteotomies, with the choice depending on the specific characteristics of the patient and the severity of the deformity. In this context, advanced technologies such as computer-assisted surgery and robotic systems have emerged as innovative tools that enhance accuracy in surgical planning and execution, minimize the risk of surgical errors, and facilitate improved clinical outcomes. This article provides a comprehensive review of current best practices and emerging trends in managing TKA for patients with extra-articular deformities, while also emphasizing the importance of multidisciplinary preoperative planning, advanced imaging assessment, and patient-specific risk evaluation. It further discusses structured decision-making algorithms to guide the selection of appropriate corrective techniques, with careful attention to soft-tissue balance, implant positioning, and long-term stability. Collectively, these considerations aim to optimize functional outcomes, reduce complications, and improve implant longevity in this challenging patient population.

**Keywords:** Total knee arthroplasty, Knee, Osteotomy, outcomes

**Accepted:** 42 days before printing

Mohammad Azizi, MD<sup>1</sup>, Hooshmand Zarei, MD<sup>1</sup>, Mahyar Mahdavi, MD<sup>1</sup>, Seyed Mohammadmisagh Moteshakereh, MD<sup>1</sup>, Miad Nosratpour, MD<sup>1</sup>, Mana Zaker Moshfegh, MD<sup>1</sup>, Hamidreza Mosleh, MD<sup>1</sup>, Seyed Morteza Kazemi, MD<sup>1</sup>

1. Bone Joint and Related Tissues Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

### Introduction

Total knee arthroplasty (TKA) is a widely practiced procedure that effectively addresses end-stage knee osteoarthritis and similar debilitating conditions. The main objectives of TKA are to alleviate pain, improve mobility, and restore quality of life.<sup>(1,2)</sup> However, the procedure becomes significantly more complex when patients present with extra-articular deformities.<sup>(3)</sup> These deformities, which occur outside the joint itself, can complicate knee alignment, soft tissue balancing, and overall surgical planning, making standard techniques less predictable. Such deformities may stem from trauma, congenital malformations, previous fractures with malunion, metabolic bone diseases, or even long-standing osteoarthritis leading to compensatory changes in the surrounding structures.<sup>(4,5)</sup> Correctly addressing these deformities is essential, as neglecting them during TKA can lead to prolonged pain, impaired function, joint instability, and increased stress on the prosthetic components. These factors may compromise patient satisfaction, accelerate implant wear, and increase the risk of early failure, potentially necessitating revision surgery.<sup>(6)</sup> Furthermore, the presence of multiplanar deformities may alter the mechanical axis of the lower limb, requiring precise preoperative assessment to determine whether intra-articular correction alone is sufficient or if combined extra-articular procedures are warranted. Careful evaluation of limb alignment, bone stock, and soft tissue integrity is therefore critical to achieving balanced reconstruction and durable implant fixation. This article reviews the current treatment algorithms and approaches for managing extra-articular deformities, including radiographic evaluation, surgical planning, implant selection, the role of computer-assisted navigation, and the multidisciplinary approach required to optimize patient outcomes and ensure long-term prosthetic survival.

Corresponding Author:  
Seyed Morteza Kazemi, MD  
Email:  
[kazemimort@gmail.com](mailto:kazemimort@gmail.com)

- 23(9): 663-7. doi: [10.1097/BOT.0b013e3181a4f25b](https://doi.org/10.1097/BOT.0b013e3181a4f25b). PMID: 19897989
16. Leary JT, Handling M, Talerico M, Yong L, Bowe JA. Physeal fractures of the distal tibia: predictive factors of premature physeal closure and growth arrest. J Pediatr Orthop. 2009 Jun; 29(4): 356-61. doi: [10.1097/BPO.0b013e3181a6bfe8](https://doi.org/10.1097/BPO.0b013e3181a6bfe8). PMID: 19461377.

both sexes may aid in preventing such injuries in these groups.

Arkader et al.<sup>(14)</sup> in 2007 have reported 83 children with femoral epiphyseal fractures, 80% of fractures occurred in boys and 20% in girls. The prevalence of growth plate fractures in boys was reported to be four times higher than in girls, which is consistent with our study. In their study, most fractures occurred on the right side (53%), whereas in our study, most fractures were on the left. Regarding fracture types, 25% were type I, 59% type II, 5.5% type III, 9.5% type IV, and 1.5% type V. Like our study, type II fractures were the most common, although in our study, type II fractures accounted for a higher percentage. Arkader et al.<sup>(14)</sup> reported only two open fractures, while in our study, eight fractures were open.

In a systematic review by Basener et al.<sup>(15)</sup> in 2009 that examined the results of multiple studies, the frequency of fractures was higher in boys (81%) than in girls (19%), a finding consistent with our study and that of Arkader. In that review, 70 children had type I fractures, 276 type II fr, 49 had type III fractures, 56 had type IV fractures, and 31 had type V fractures. As in our study, type II fractures were the most prevalent. In a study by Leary et al. (16) in 2009 examining tibial epiphyseal fractures, 67% of fractures were type II, 13% type III, 13% type IV, and 7% other types. Again, consistent with our findings, type II fractures were the most frequent.

## Conclusion

The growth plate fractures were most common in boys and usually were Salter -Harris type II, closed, located on the left side, and isolated. It is recommended that this study be conducted on a larger scale and in more cities to obtain more realistic and accurate data. By collecting comprehensive information from various regions of Iran, it may be possible to reduce the prevalence of such injuries across all age groups, particularly among children, who represent a vulnerable segment of the population.

## References

1. Sheffer BW, Villarreal ED, Ochsner MG 3rd, Sawyer JR, Spence DD, Kelly DM. Concurrent Ipsilateral Tibial Shaft and Distal Tibial Fractures in Pediatric Patients: Risk Factors, Frequency, and Risk of Missed Diagnosis. *J Pediatr Orthop.* 2020 Jan; 40(1): e1-e5. doi: [10.1097/BPO.0000000000001384](https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000001384). PMID: 30969196
2. Mackie EJ, Ahmed YA, Tatarczuch L, Chen KS, Mirams M. Endochondral ossification: how cartilage is converted into bone in the developing skeleton. *Int J Biochem Cell Biol.* 2008; 40(1): 46-62. doi: [10.1016/j.biocel.2007.06.009](https://doi.org/10.1016/j.biocel.2007.06.009). Epub 2007 Jun 29. PMID: 17659995
3. Matsushita Y, Ono W, Ono N. Growth plate skeletal stem cells and their transition from cartilage to bone. *Bone.* 2020 Jul; 136: 115359. doi: [10.1016/j.bone.2020.115359](https://doi.org/10.1016/j.bone.2020.115359). Epub 2020 Apr 7. PMID: 32276155; PMCID: [PMC7246136](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC7246136/)
4. Gibreel W, Charafeddine A, Carlsen BT, Moran SL, Bakri K. Salter-Harris Fractures of the Distal Phalanx: Treatment Algorithm and Surgical Outcomes. *Plast Reconstr Surg.* 2018 Sep; 142(3): 720-729. doi: [10.1097/PRS.0000000000004645](https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000004645). PMID: 30148775
5. Rickert KD, Hosseinzadeh P, Edmonds EW. What's New in Pediatric Orthopaedic Trauma: The Lower Extremity. *J Pediatr Orthop.* 2018 Sep; 38(8): e434-e439. doi: [10.1097/BPO.0000000000001209](https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000001209). PMID: 29975292
6. Rivera, K.O., Russo, F., Boileau, R.M. et al. Local injections of  $\beta$ -NGF accelerates endochondral fracture repair by promoting cartilage to bone conversion. *Sci Rep* 10, 22241(2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78983-y>
7. Nguyen JC, Markhardt BK, Mellow AC, Dwek JR. Imaging of Pediatric Growth Plate Disturbances. *Radiographics.* 2017 Oct; 37(6): 1791-1812. doi: [10.1148/rg.2017170029](https://doi.org/10.1148/rg.2017170029). PMID: 29019753.
8. Beatty E, Archambault P. BET 1: Can Salter-Harris type I fractures be diagnosed by ultrasound? *Emerg Med J.* 2018 May; 35(5): 335-336. doi: [10.1136/emered-2018-207686.1](https://doi.org/10.1136/emered-2018-207686.1). PMID: 29674383
9. Brian JM, Choi DH, Moore MM. The Primary Physis. *Semin Musculoskelet Radiol.* 2018 Feb; 22(1): 95-103. doi: [10.1055/s-0037-1608002](https://doi.org/10.1055/s-0037-1608002). Epub 2018 Feb 6. PMID: 29409076..
10. Cepela DJ, Tartaglione JP, Dooley TP, Patel PN. Classifications In Brief: Salter-Harris Classification of Pediatric Physeal Fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 2016 Nov; 474(11): 2531-2537. doi: [10.1007/s11999-016-4891-3](https://doi.org/10.1007/s11999-016-4891-3). Epub 2016 May 20. PMID: 27206505; PMCID: [PMC5052189](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC5052189/)
11. Ho-Fung VM, Zapala MA, Lee EY. Musculoskeletal Traumatic Injuries in Children: Characteristic Imaging Findings and Mimickers. *Radiol Clin North Am.* 2017 Jul; 55(4): 785-802. doi: [10.1016/j.rcl.2017.02.011](https://doi.org/10.1016/j.rcl.2017.02.011). Epub 2017 Mar 27. PMID: 28601180.
12. Fernandez FF, Eberhardt O, Langendörfer M, Wirth T. Treatment of severely displaced proximal humeral fractures in children with retrograde elastic stable intramedullary nailing. *Injury.* 2008 Dec; 39(12): 1453-9. doi: [10.1016/j.injury.2008.04.001](https://doi.org/10.1016/j.injury.2008.04.001). Epub 2008 Jul 25. PMID: 18656193
13. Aghakhani K, Ameri E, Ameri M, Mohtarami S A. Epidemiology of orthopedic trauma in children and adolescent in a referral center in Tehran: a prospective study. *Tehran Univ Med J* 2015; 73(1): 40-48URL: <http://tumj.tums.ac.ir/article-1-6572-en.html>
14. Arkader A, Warner WC Jr, Horn BD, Shaw RN, Wells L. Predicting the outcome of physeal fractures of the distal femur. *J Pediatr Orthop.* 2007 Sep; 27(6): 703-8. doi: [10.1097/BPO.0b013e3180dca0e5](https://doi.org/10.1097/BPO.0b013e3180dca0e5). PMID: 17717475
15. Basener CJ, Mehlman CT, DiPasquale TG. Growth disturbance after distal femoral growth plate fractures in children: a meta-analysis. *J Orthop Trauma.* 2009 Oct;

## Materials & Methods

This retrospective cross-sectional study was performed using a census method on all children under 12 years of age diagnosed with a growth plate fracture requiring surgical intervention at Shahid Bahonar Hospital in Kerman in 2019. All patients under 12 years old with growth plate fractures requiring surgery were included in the study. Patients diagnosed with compartment syndrome or those with incomplete demographic information were excluded.

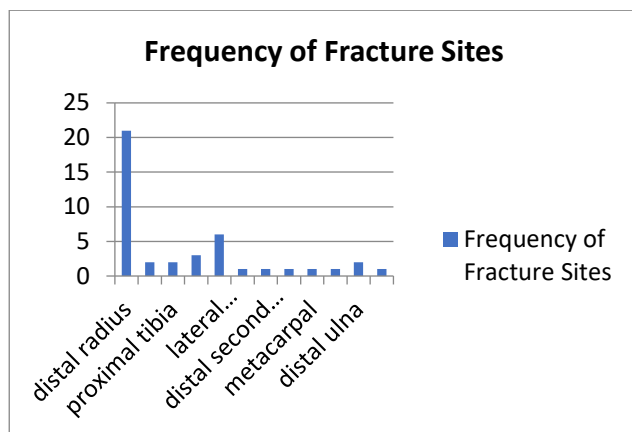


Figure 1: Frequency of Fracture Sites

Initially, patient information was extracted from the orthopedic operating room records, and additional demographic data like age, sex, type of Salter-Harris fracture classification,<sup>(10)</sup> fracture site, whether the fracture was open or closed, whether the fracture was isolated or multiple, and the presence of associated injuries—were collected from patient files. These data were then entered into the data collection form and subsequently analyzed using SPSS software.

## Results

41 children with growth plate fractures were evaluated in this study. The mean age of the children was  $8.24 \pm 2.48$  years. Of the total sample, 32 were boys and 9 were girls. Distal radius (26 patients) was the most common fracture site, while the least frequent sites were the medial malleolus and distal metatarsal (1 patient each) (Figure 1).

Most fractures occurred on the left side (22 patients), were closed (33 patients), and were isolated (29 patients). In terms of fracture type, the majority were Salter-Harris type II fractures (35 patients). Most

fractures were closed (80.5%), and 85% of the fractures were classified as Salter-Harris type II. Fractures on the left side were slightly more common than those on the right (59.5% vs. 40.5%). The majority of fractures (70%) were isolated, and neurovascular injury was present in 14.6% of the patients.

## Discussion

Orthopedic injuries in children are very common, and according to some reports, approximately 25% of children experience such injuries annually. Most research in this field comes from Scandinavian countries, where the lifetime risk of happening of a fracture from birth to age 16 has been reported as 42% in boys and 27% in girls.<sup>(11)</sup>

Table 1: Studied variables

Variable	Frequency	Percentage
Fracture Status (Open or Closed)		
Closed	33	80.5
Open	8	19.5
Fracture Type Based on the Salter-Harris Classification		
Type I	1	2.4
Type II	35	85.4
Type III	3	7.3
Type IV	2	4.9
Type V	0	0
Side of the Fracture in the Limb		
Right	17	40.5
Left	24	59.5
Fracture Multiplicity		
Isolated	29	70.7
Multiple	12	29.3
Neurovascular Injury		
Present	6	14.6
Absent	35	85.4

The causes of these injuries vary, the most common being trauma to the bone, followed by other acquired and congenital causes<sup>(12)</sup> Epidemiological studies in this specific area are quite limited. In a study conducted by Aghakhani et al.<sup>(13)</sup> aimed at examining the epidemiology of orthopedic injuries in children and adolescents, 1081 patients under 19 years of age with orthopedic injuries were evaluated, the majority of whom were boys (76%). This finding is consistent with our study. The reason for this higher prevalence remains unclear and is most likely related to biological and social factors, as well as greater athletic activity or higher risk-taking in males. Evaluating these contributing factors and identifying at-risk children in

# The Frequency of Growth Plate Fractures Requiring Surgery in Children Under 12 Years of Age

(A retrospective study in a Tertiary Hospital)

## Abstract

**Introduction:** Considering the importance of growth plate fractures in quality of life and the complications caused by it and the lack of information about the prevalence of this type of fracture in the target society, this study was conducted with the aim of evaluating the prevalence of this type of fracture in an Iranian society.

**Materials & Methods:** The information of 41 patients with fracture of growth plate including; age, gender, open and closed fracture, single and multiple fractures, type of fracture, location of fracture and presence of fracture on the right or left side of the limb were extracted from the operating room records, radiographs of the patients and their files. After collecting the data, the data were subjected to statistical analysis.

**Results & Discussion:** 32 boys and 9 girls with an average age of  $8.24 \pm 2.48$ . 32 years were included the distal radius fracture was the most common (26 cases) and the medial malleolus and distal metatarsal (1 person) were the least common sites of fracture. Most of the fractures were on the left side (22 people), closed (33 people) and single injury (29 people) and Salter-Harris type 2 physeal fractures were the most common fracture patterns (35 people).

**Conclusion:** the growth plate fracture in children was more common in boys, left side, single fracture, and the majority of those were Salter-Harris type 2 fractures.

**Keywords:** Growth Plate, Salter-Harris Fractures, Orthopedic Procedures

**Accepted:** 42 days before printing

Shahab Eilka, MD<sup>1</sup>, Afshin Ahmadzadeh Heshmati, MD<sup>1</sup>, Amirreza Mirzaei Soosfidi, MD<sup>1</sup>,  
Mahsa Aboie, MD<sup>2</sup>

1. Department of Orthopedic Surgery,  
University of Medical Sciences of  
Kerman, Kerman, Iran  
2. General Practitioner, University of  
Medical Sciences of Kerman, Kerman,  
Iran

Corresponding Author:  
Amirreza Mirzaei Soosfidi, MD  
Email:  
amirreza.mirzaei@live.com

## Introduction

The growth plate is responsible for the longitudinal growth of long bones, which are unique for every bone, in terms of chondrocytes, cellular maturation, and metabolic stage.<sup>(1, 2)</sup> 15-30 percent of fractures in children involve the growth plate. The growth plate is cartilaginous in nature and weaker than bone.<sup>(3)</sup> In fact, the growth plate is the weakest part of a bone; it is located at both ends of long bones, near the joints. A severe joint injury in an adult more likely damages the ligaments, but in children, due to the relative weakness of the growth plate, injuries commonly involve the growth plate.<sup>(4, 5)</sup>

Clinical manifestations of ligament injuries and growth plate injuries are generally similar. Therefore, many children who present with symptoms resembling ligament sprain have growth plate injuries.<sup>(6, 7)</sup> Growth plate fractures must be treated promptly and accurately, as they can lead to complications such as impaired bone growth, shortening, or asymmetry in the final shape of the bone. Treatment usually varies according to the fracture type and displacement of the fragments, ranging from casting to surgical intervention.<sup>(5, 8, 9)</sup> Given the importance of growth plate fractures in individuals' quality of life, the associated complications, in the target population, this study was conducted to evaluate the prevalence of these fractures in Kerman region.

- Sportsmed. 2010 Dec; 38(4): 101-11. doi: [10.3810/psm.2010.12.1832](https://doi.org/10.3810/psm.2010.12.1832). PMID: 21150149.
10. Hegyes MS, Richardson MW, Miller MD. Knee dislocation. Complications of nonoperative and operative management. Clin Sports Med. 2000 Jul; 19(3): 519-43. doi: [10.1016/s0278-5919\(05\)70222-2](https://doi.org/10.1016/s0278-5919(05)70222-2). PMID: 10918964.
  11. Murphy CI, Roessler PP, Lawyer TJ, Musahl V. Acute knee dislocations. In: Margheritini F, Espregueira-Mendes J, Gobbi A, editors. Complex knee ligament injuries. Berlin, Heidelberg: Springer; 2019. p. 123-13. doi: [10.1007/978-3-662-58245-9\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-662-58245-9_11)
  12. Sillanpää PJ, Kannus P, Niemi ST, Rolf C, Felländer-Tsai L, Mattila VM. Incidence of knee dislocation and concomitant vascular injury requiring surgery: a nationwide study. J Trauma Acute Care Surg. 2014 Mar; 76(3): 715-9. doi: [10.1097/TA.000000000000136](https://doi.org/10.1097/TA.000000000000136). PMID: 24553539.
  13. Edwards GA, Sarasin SM, Davies AP. Dislocation of the knee: an epidemic in waiting? J Emerg Med. 2013 Jan; 44(1): 68-71. doi: [10.1016/j.jemermed.2011.06.064](https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2011.06.064). Epub 2011 Nov 6. PMID: 22056550.
  14. Pace A, Fergusson C. Spontaneous non-traumatic dislocation of the knee. Acta Orthop Belg. 2004 Oct; 70(5): 498-501. PMID: [15587043](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15587043/).
  15. Sharma H, Singh GK, Gupta M, Moss M. Type IIIB tibial intercondylar eminence fracture associated with a complex knee dislocation in a grossly obese adult. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2005 May; 13(4): 313-6. doi: [10.1007/s00167-004-0520-x](https://doi.org/10.1007/s00167-004-0520-x). Epub 2004 Oct 1. PMID: 15875163.
  16. Shetty RR, Mostofi SB, Housden PL. Knee dislocation of a morbidly obese patient: a case report. J Orthop Surg (Hong Kong). 2005 Apr; 13(1): 76-8. doi: [10.1177/230949900501300114](https://doi.org/10.1177/230949900501300114). PMID: 15872406.
  17. Eranki V, Begg C, Wallace B. Outcomes of operatively treated acute knee dislocations. Open Orthop J. 2010 Jan 19; 4: 22-30. doi: [10.2174/1874325001004010022](https://doi.org/10.2174/1874325001004010022). PMID: 20224661; PMCID: PMC2836735.
  18. Ríos A, Villa A, Fahandezh H, de José C, Vaquero J. Results after treatment of traumatic knee dislocations: a report of 26 cases. J Trauma. 2003 Sep; 55(3): 489-94. doi: [10.1097/01.TA.0000043921.09208.76](https://doi.org/10.1097/01.TA.0000043921.09208.76). PMID: 14501892.
  19. Talbot M, Berry G, Fernandes J, Ranger P. Knee dislocations: experience at the Hôpital du Sacré-Coeur de Montréal. Can J Surg. 2004 Feb; 47(1): 20-4. PMID: 14997920; PMCID: [PMC3211817](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC3211817/).
  20. Harner CD, Waltrip RL, Bennett CH, Francis KA, Cole B, Irrgang JJ. Surgical management of knee dislocations. J Bone Joint Surg Am. 2004 Feb; 86(2): 262-73. doi: [10.2106/00004623-200402000-00008](https://doi.org/10.2106/00004623-200402000-00008). PMID: 14960670.
  21. King JJ 3rd, Cerynik DL, Blair JA, Harding SP, Tom JA. Surgical outcomes after traumatic open knee dislocation. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2009 Sep; 17(9): 1027-32. doi: [10.1007/s00167-009-0721-4](https://doi.org/10.1007/s00167-009-0721-4). Epub 2009 Feb 10. PMID: 19205664.
  22. Ríos A, Villa A, Fahandezh H, de José C, Vaquero J. Results after treatment of traumatic knee dislocations: a report of 26 cases. J Trauma. 2003 Sep; 55(3): 489-94. doi: [10.1097/01.TA.0000043921.09208.76](https://doi.org/10.1097/01.TA.0000043921.09208.76). PMID: 14501892.
  23. Twaddle BC, Bidwell TA, Chapman JR. Knee dislocations: where are the lesions? A prospective evaluation of surgical findings in 63 cases. J Orthop Trauma. 2003 Mar; 17(3): 198-202. doi: [10.1097/00005131-200303000-00008](https://doi.org/10.1097/00005131-200303000-00008). PMID: 12621261.
  24. Parrado RH, Notrica DM. Vascular and Neurological Injury in Children With Posterior Traumatic Knee Dislocation. Am Surg. 2023 Jun; 89(6): 2791-2793. doi: [10.1177/00031348211050589](https://doi.org/10.1177/00031348211050589). Epub 2021 Nov 6. PMID: 34747225.

test failed to demonstrate one-tailed significance between the two groups. A comparison of rehabilitation duration and time to return to work is shown in Figure 5.

## Discussion

In this investigation, our primary objective was to examine the clinical outcomes and distinctive characteristics of patients afflicted by knee dislocation, an infrequent musculoskeletal trauma. The estimated incidence rate of this particular injury is approximately 0.02%.<sup>(9, 10)</sup> Following reduction, two principal modalities are employed to stabilize the affected joint: namely, bracing and employment of external fixators.<sup>(11)</sup> The cardinal focal point of our inquiry was centered upon the impact of bracing interventions on mitigating the severity of pain scores in individuals affected by knee dislocation.

Our study encountered various limitations, chief among them the constraint imposed by a restricted sample size. Furthermore, the absence of a control group for comparative evaluation of the clinical outcomes between the two treatment modalities constituted another noteworthy drawback. An additional constraint pertained to the dearth of radiographic data, thereby precluding comprehensive assessment of patient injuries; consequently, our data acquisition was reliant solely upon clinical records.

Our study findings have brought to light several noteworthy outcomes. Treatment administered via external fixators demonstrated a propensity for reduced incidence of dislocation and lower pain scores. In contrast, the use of braces potentially made abbreviated rehabilitation periods and quicker resumption of occupational activities easier. As alluded to in prior segments, the analysis of causative factors contributing to knee dislocations was undertaken, with motorcycle-related accidents emerging as the most prevalent etiological factor, thereby corroborating earlier investigations.<sup>(12-16)</sup>

Additionally, our results revealed a heightened prevalence of knee dislocation among males, with a male-to-female ratio of 5:1 or greater,

The higher rate of 5:1 in males is consistent with prior research.<sup>(17-19)</sup> The average age of participants was 42 years, surpassing the mean age observed in prior investigations.<sup>(17-19)</sup> Moreover, a predilection for closed traumas among the afflicted individuals, with knee dislocation is similar to earlier studies.<sup>(19-22)</sup>

The concomitant injuries, most frequently encountered were multi-ligamentous, neural, and vascular injuries, in that order. It is worth noting that in other studies, vascular injuries have exhibited an

equivalent or greater prevalence relative to neural injuries.<sup>(23, 24)</sup>

## Conclusion

Our findings advocate that braces and external fixators each represent viable modalities for initial management of knee dislocations, with distinct benefits for the afflicted individuals. Notwithstanding, the determination of the definitive standard for treatment necessitates the undertaking of meticulously controlled clinical trials.

## Acknowledgement

The current clinical trial study was financed by the IUMS Deputy Research, Isfahan, Iran. We appreciatively thank the Vice Chancellor for research, IUMS.

## References

1. Anazor FC, Baryeh K, Davies NC. Knee joint dislocation: overview and current concepts. *Br J Hosp Med (Lond)*. 2021 Dec 2; 82(12): 1-10. doi: [10.12968/hmed.2021.0466](https://doi.org/10.12968/hmed.2021.0466). Epub 2021 Dec 28. PMID: 34983230.
2. Fanelli GC. Knee Dislocation and Multiple Ligament Injuries of the Knee. *Sports Med Arthrosc Rev*. 2018 Dec; 26(4): 150-152. doi: [10.1097/JSA.0000000000000220](https://doi.org/10.1097/JSA.0000000000000220). PMID: 30395055.
3. Mohseni M, Mabrouk A, Simon LV. Knee dislocation. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 [cited 2022 Nov 14]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470595/>
4. Medina O, Arom GA, Yeraniosian MG, Petrigliano FA, McAllister DR. Vascular and nerve injury after knee dislocation: a systematic review. *Clin Orthop Relat Res*. 2014 Sep; 472(9): 2621-9. doi: [10.1007/s11999-014-3511-3](https://doi.org/10.1007/s11999-014-3511-3). PMID: 24554457; PMCID: PMC4117866.
5. Niall DM, Nutton RW, Keating JF. Palsy of the common peroneal nerve after traumatic dislocation of the knee. *J Bone Joint Surg Br*. 2005 May; 87(5): 664-7. doi: [10.1302/0301-620X.87B5.15607](https://doi.org/10.1302/0301-620X.87B5.15607). PMID: 15855368.
6. Peskun CJ, Whelan DB. Outcomes of operative and nonoperative treatment of multiligament knee injuries: an evidence-based review. *Sports Med Arthrosc Rev*. 2011 Jun; 19(2): 167-73. doi: [10.1097/JSA.0b013e3182107d5f](https://doi.org/10.1097/JSA.0b013e3182107d5f). PMID: 21540715.
7. Levy BA, Krych AJ, Shah JP, Morgan JA, Stuart MJ. Staged protocol for initial management of the dislocated knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2010 Dec; 18(12): 1630-7. doi: [10.1007/s00167-010-1209-y](https://doi.org/10.1007/s00167-010-1209-y). Epub 2010 Jul 16. PMID: 20635077.
8. Fanelli GC. Multiple Ligament Injured Knee: Initial Assessment and Treatment. *Clin Sports Med*. 2019 Apr; 38(2): 193-198. doi: [10.1016/j.csm.2018.11.004](https://doi.org/10.1016/j.csm.2018.11.004). Epub 2019 Jan 19. PMID: 30878043.
9. Peskun CJ, Levy BA, Fanelli GC, Stannard JP, Stuart MJ, MacDonald PB, Marx RG, Boyd JL, Whelan DB. Diagnosis and management of knee dislocations. *Phys*

Among the participants, 11 were female and 51 were male. The distribution of affected limbs was evenly split, with 32 patients experiencing dislocation in the right limb and 32 in the left limb with no instance of bilateral dislocations various causes were identified with the most frequent being respectively motor vehicle accidents, car accidents, and falls. The distribution of trauma mechanisms is shown in Figure 1.

Concomitant with knee dislocation, concurrent multi-ligamentous, nervous, and vascular injuries were observed. The predominant co-occurring injury in our study was ligamentous in nature. The frequency of concomitant injuries is illustrated in Figure 2.

Additionally, lower limb bone fractures were documented as concurrent events. Tibia and femur fractures were the most prevalent types of fractures encountered in this study. Associated lower-limb fractures are summarized in Figure 3.

Trauma was characterized as open in 50 and closed traumatic injuries, 12 cases.

The two distinct initial treatment modalities included 35 bracing treatment, and 27 external fixators. In terms of clinical efficacy re-dislocation occurred in 5 patients from the bracing group, and none in. However, statistical analysis did not reveal a significant difference between the two groups in this regard. The pain severity scores at 1 month after surgery, was 44.22 in the bracing group and 21.69 in the external fixator group.

The application of Mann-Whitney U test demonstrated a significant reduction in pain score within the external fixator group.

trends over time for both treatment groups are presented in Figure 4.

In terms of the time taken to resume work activities, the mean duration was 12.6 months in the external fixator group, and 6.8 months in brace group. However, the one-tailed p-value analysis did not establish statistical significance, although a significant difference was observed using the two-tailed p-value.

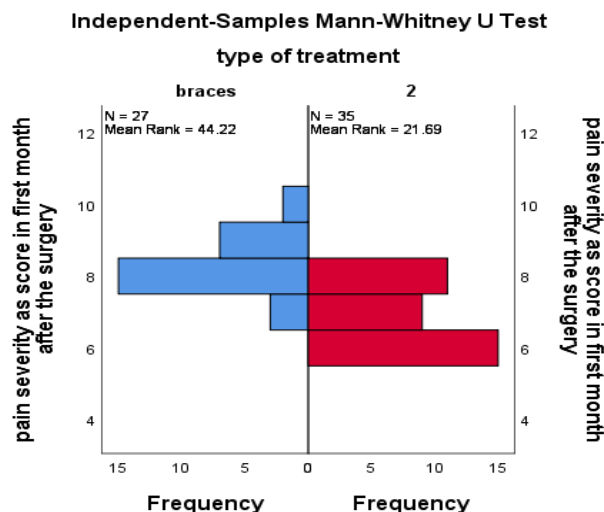


Figure 4: Comparison of pain severity scores between brace and external fixator groups at 1 and 3 months post-treatment

Table 1: Contingency table of relapse according to treatment type					
			Type of treatment		
			External fixator	Braces	Total
Reflux	Yes	Count	0	5	5
		Expected Count	2.2	2.8	5.0
	No	Count	27	30	57
		Expected Count	24.8	32.2	57.0
Total		Count	27	35	62
		Expected Count	27.0	35.0	62.0

At 3-months post-surgery, the pain severity score remained lower in the external fixator group 43.17 in the bracing group versus 22.5 in the external fixator group. Statistical analysis once again confirmed the significance of this finding ( $p < 0.01$ ). Pain severity

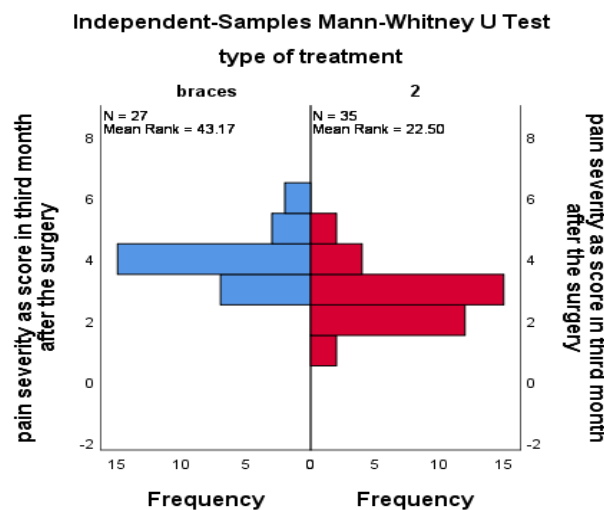


Figure 5: Comparison of rehabilitation duration and time to return to work between treatment groups

In the context of rehabilitation duration, the bracing group exhibited a mean duration of 3.2 weeks, whereas the external fixator group required an average of 9.5 weeks. Despite these differences, the analytical

This method offers numerous benefits, including skin examination and monitoring of compartment pressure and neurovascular condition of the affected limb. Braces are another therapeutic option that come in different types.<sup>(8)</sup>

This study aims to examine the treatment outcome associated with initial treatment of knee dislocation, with brace and or external fixator. To the best of our knowledge, there is currently no literature on this topic available in medical resources.

## Materials & Methods

This cross-sectional study included all patients admitted to Alzahra and Kashani hospitals between 2016 and 2021. These hospitals are orthopedic hub centers in Isfahan Province. The included patients were followed up for 6 months after admission.

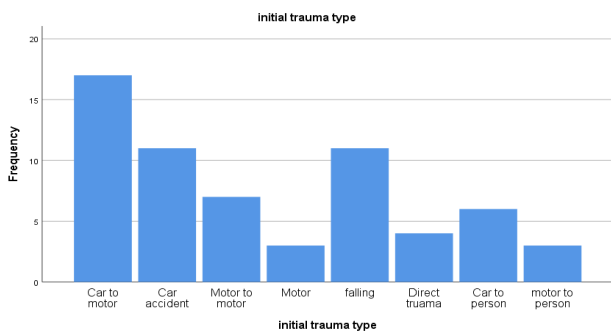


Figure 1: Distribution of initial trauma mechanisms leading to knee dislocation

The inclusion criteria for this study were as follows: all patients with knee dislocation due to any cause. The exclusion criteria were: congenital knee abnormalities, previous knee dislocation or ligamentous injuries, knee surgeries, bone fractures in the same limb, death of the patient within the first six months after knee dislocation, lack of informed consent to enter the study, and lack of access to the patient. This research was conducted after obtaining permission from the Bioethics Committee of Isfahan University of Medical Science. A checklist was used to gather data, which included items such as demographics, BMI, initial treatment method, knee dislocation correlated injuries, severity of pain, mechanism of injury, incidence of recurrent dislocation, and incidence of knee joint instability. Demographics, BMI, initial treatment, and correlated injuries were gathered from the patients' medical records. The patients were then followed up for six months, and their clinical conditions were examined and recorded during follow-up visits.

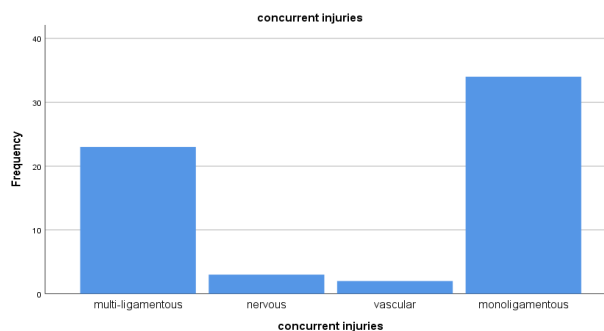


Figure 2: Frequency of concomitant injuries associated with knee dislocation

The severity of pain was examined using the Wong-Baker FACES Pain Rating Scale, and patients rated their pain from 1 to 10. Correlated knee dislocation injuries included nervous, vascular, and ligamentous injuries. Nervous injury was confirmed by examining the tibial and peroneal nerves and the movement and sensation of the distal part of the affected limb. Vascular injury was confirmed by examining distal pulses and the presence of distal perfusion disorders. Knee instability was also examined by testing knee flexion, extension, and rotation, as well as dorsiflexion and plantar flexion of the ankle in a standing position. After completing data gathering, the data were analyzed using IBM SPSS v25. Descriptive data analysis was performed for demographic and clinical variables, including the average, standard deviation, and mean. Chi-square was used to compare clinical outcomes between the two groups of treatments.

## Results

A total of 62 patients were enrolled in our study, selected based on predefined inclusion and exclusion criteria from a pool of 257 patients with knee dislocations during the specified period.

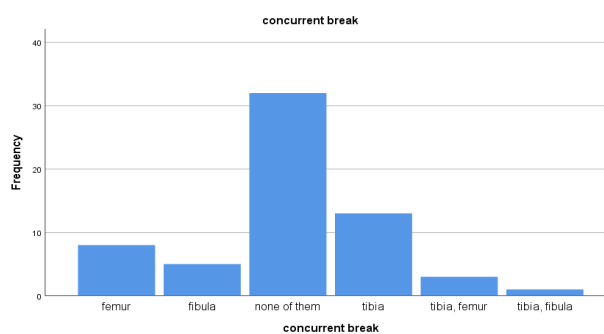


Figure 3: Distribution of associated lower-limb fractures in patients with knee dislocation

## Initial Treatment of Knee Traumatic Dislocation (A Cross-Sectional Study)

### Abstract

**Introduction:** Knee dislocation has potential for complex injury to blood vessels nerves and ligaments. It requires prompt diagnosis and treatment. Radiological assessments aid in guiding appropriate orthopedic and surgical interventions. This study aims to assess the treatment outcomes of knee dislocations.

**Materials & Methods:** A cross-sectional study of patients admitted to an orthopedic center within 4 years with knee dislocation was conducted. Demographic data, initial treatments, correlated injuries, pain severity, and post-surgery outcomes were collected. The initial management which was with external fixation or bracing were conquered. Statistical analysis was performed using SPSS v25.

**Results & Discussion:** Sixty-two patients (11 female, 51 male) were enrolled. Motor vehicle accident, car accident, and falls were common causes. Co-occurring injuries included ligamentous, vascular, and nerve injuries, with the first one being predominant. The initial treatments were by either bracing or external fixation. No re-dislocation was reported in the external fixator group, while 5 occurred in the bracing group. Pain severity scores were lower in the external fixator group at 1 and 3 months post-surgery. Time to return to work and duration of rehabilitation were, non-significantly, shorter in brace treatment group.

**Conclusion:** Both brace and external fixator show promise as initial knee dislocation treatments, offering distinct benefits. Definitive conclusions warrant comprehensive clinical trials.

**Keywords:** Knee Dislocation, Treatment outcome, Knee, Joint Dislocations

**Accepted:** 30 days before printing

Mojtaba Baniasadi, MD<sup>1</sup>, Mehdi Hadian, MD<sup>1</sup>, Mohammad Rostami, MD<sup>2</sup>, Alirza Assadi, MD<sup>2</sup>, Shahryar Rahmani, MD<sup>3</sup>

1. Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

2. School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

3. Department of Radiology, Tehran University of Medical Sciences, Imam Khomeini hospital, Tehran, Iran

Corresponding Author:  
Mahdi Hadian, MD  
Email:  
m.hadian72@gmail.com

### Introduction

Knee dislocation is a rare but significant condition that requires prompt diagnosis and treatment due to the potential for ligamentous, nervous, and vascular injuries.<sup>(1)</sup> It is imperative that such injuries are identified at the earliest possible opportunity and that radiological examinations are conducted to facilitate appropriate orthopedic and surgical consultations.<sup>(2)</sup>

High-energy trauma, such as that sustained in car accidents, falls, and sports-related incidents, can cause knee dislocation, which is often associated with multiple ligamentous injuries and may result in knee instability.<sup>(3)</sup> Vascular injuries, including intimal injuries, blood clot formation, and thrombosis, as well as partial or complete tearing of vessels, are also among the potential complications of knee dislocation. The unique anatomy of the knee vessels increases the risk of vascular injuries in such cases.<sup>(4)</sup>

Neurological injuries, such as peroneal nerve injury, are among the common complications of knee dislocation, occurring in 25%-40% of cases. This type of nerve injury typically has a poor prognosis, further explaining the importance of prompt diagnosis and treatment.<sup>(5)</sup> Despite the critical nature of knee dislocation, there remains some controversy over initial and definitive treatments. A number of studies have explored the efficacy of surgical and non-surgical treatments. Initial treatment may involve the use of braces and or external fixators.<sup>(6)</sup> External fixators are an appropriate treatment option for knee dislocations,<sup>(7)</sup> particularly in cases involving open dislocations, vascular repair, and an inability to stabilize reduced knee dislocations.

- [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.

4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. Gurung R, Terrill A, White G, Windolf M, Hofmann-Fliri L, Dlaska 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. Barış 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, Metrione 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/).
18. Korkmaz A, Ciftdemir M, Ozcan M, Copuroğlu C, Saridoğan 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. Bastias 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:

significantly, most notably in the first 6 months, followed by relative stabilization.<sup>(17)</sup> These findings suggest that structured rehabilitation within the first six months is critical to maximizing recovery, and that patient follow-up should be prioritized during this window. This trend was consistent with other prospective studies that had used PROMIS or FFI for post-operative assessment.<sup>(20)</sup>

Strengths of our study are a fairly large sample size for a single-center trial and prospective follow-up. Use of a validated outcome measure (FFI) and representation of a broad spectrum of fracture types (B and C) enhances the external validity of our findings. We present real-world complication rates, yielding clinically useful information regarding surgical risk stratification and planning. This research has a few limitations. It was carried out at one tertiary center and is therefore likely to be restricted in external validity to other environments. Non-randomized design imposes a risk of selection bias on the treatment allocation. Radiologic outcomes were not measured, although the functional outcome of recovery was determined with a well-validated Foot Function Index (FFI). Exclusion of patients with open fractures and polytrauma limits applicability to more severe cases. In addition, long-term post-12-month complications, such as post-traumatic arthritis, were not possible to evaluate. Adherence to postoperative rehabilitation protocols, which was variable and not objectively assessed, may also have had an effect on functional outcomes.

This is the first Iranian study to evaluate pilon fracture results against the Foot Function Index. Subsequent studies should have longer follow-up and radiologic examination in an attempt to better relate anatomical healing to functional results.

## Conclusion

This research illustrates that surgically managed intra-articular pilon fractures with ORIF or MIPO methods yield considerable functional recovery through 12 months of follow-up, supported by progressive improvement in Foot Function Index (FFI) scores. Most of the functional improvement happens within six months postoperatively, followed by a plateau. Despite these advances, the complication rate in the form of nonunion, malunion, infection, and reoperation is high, particularly with complex fractures like AO/OTA type C3.

Age was revealed to be an important prognostic factor, with rapid recovery and fewer complications in young patients. The findings highlight the need for age-specific surgical methods and postoperative rehabilitation programs.

Finally, this study emphasizes the use of early intervention, careful operative planning, and systematic follow-up to achieve the best outcome for patients with pilon fractures. Long-term follow-up, multicenter, large-scale, randomized studies with correlation of radiologic outcome are suggested to confirm and extrapolate these results.

## Acknowledgement

The current clinical trial study was financed by the IUMS Deputy Research, Isfahan, Iran. We appreciatively thank the Vice Chancellor for Research, IUMS.

## Ethical Issues

The study design was approved by the Ethics Committee of Isfahan University of Medical Sciences (IR.MUI.MED.REC.1401.385), and the writers disclosed any ethical concerns during the study.

## Funding/Support

The current clinical trial study was financed by the IUMS Deputy Research, Isfahan, Iran. We appreciatively thank the Vice Chancellor for research, IUMS.

## Conflicts of Interest

The authors of the present paper have declared that they have no conflicts of interest.

## References

1. 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.
2. 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.
3. 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.

mechanisms of trauma, most commonly associated with pilon fractures, such as motor vehicle accidents and falls from height. Better recovery rates also existed in younger patients, presumably due to increased healing capacity and lower comorbidities.<sup>(19-23)</sup> This is in line with other studies that have suggested that the rate of functional recovery reported by patients with pilon fractures is greatest in the early postoperative period, followed by a slower rate of improvement over time. This has important implications for the role of early postoperative rehabilitation and patient compliance in the first months after surgery in functional recovery.

**Table 2: Postoperative Complications Observed During the 12-Month Follow-up Period After Surgical Treatment of Pilon Fractures**

Variables	Frequency	
Complications	Non-union	56(30.6%)
	Malunion	42(23.%)
	Loose devices	27(14.8%)
	Revision surgery	67(36.6%)
	Superficial infection	78(42.6%)
	Deep infection	29(15.8%)
	Pin Site Infection	62(33.9%)
	Osteoarthritis	35(19.1%)
	Skin Necrosis	4(2.18%)
	Amputation	1(0.54%)
Daily routine recovery	Mean	25.63±7.48

The most common fracture pattern in our series was AO/OTA C3, a multi-fragmentary, complex fracture with the worst prognosis and complication rate. They are most commonly treated by staged operations and most commonly treated by ORIF, the most employed technique in the world.<sup>(24)</sup> But similar to earlier research, ORIF has also been shown to be at increased risk for complications like infection and nonunion, particularly with high-energy fractures.<sup>(21)</sup> The severity of fracture, as per AO/OTA classification, was identified as a significant predictive factor for functional outcomes and complications in our patient population. Patients with C3 fractures had worse functional recovery and higher rates of complications than those with lower complexities of fractures. This finding is consistent with previous studies that had found poor functional outcomes in highly comminuted pilon fractures. The main benefits of minimally invasive procedures are believed to be due to the less disruption of soft tissues and maintenance of the periosteal blood supply. However, sound patient selection is important, especially in complex intra-

articular fractures where direct visualization may be necessary for achieving adequate reduction.

Postoperative complications in our series included nonunion (30.6%), malunion (23%), and deep infection (15.8%). These are comparable to those found in high-resource nations. For instance, a systematic review of 484 pilon fractures treated with ORIF demonstrated deep infection rates of about 13.8%.<sup>(25)</sup> Our findings confirm that infection risk is directly associated with fracture severity, timing of operation, and soft tissue management. This similarity may reflect the growing adherence to staged surgical protocols and improved soft tissue handling, even in resource-limited settings. The fairly high incidence of staged management in our series is largely a reflection of the predominantly high-energy injuries with severe soft-tissue damage. Such a strategy is highly recommended for its efficacy in lowering the incidence of wound complications and deep infections, especially in the setting of pilon fractures.

The study revealed that the most prevalent complications included superficial infection, nonunion, malunion, pin site infection, and the necessity for a second surgery. Previous research also highlighted superficial infection as a frequent complication in this type of surgery.<sup>(19, 21)</sup> Nonunion and malalignment were also commonly reported issues among patients with C3-type fractures and those who underwent ORIF surgery, the most common type of fracture and surgery, respectively. Additionally, our results provide further evidence for the importance of fracture severity, as described by the AO/OTA classification system, in terms of functional outcome and the risk of complications. Those patients who had highly comminuted fractures of the C3 type had a consistently worse early functional outcome, reflecting the difficulties of restoring articular surface congruity. Soft tissue infections were common, possibly due to impaired wound healing, diminished perioperative care, and patient risk factors including smoking, diabetes, and hygiene. These kinds of infections can be related to the personal hygiene and compliance of the patients. Previous studies reported that the most influential variables in the outcome prognosis of the surgery are fracture type and age, which are also related to the current study.<sup>(1, 19-22, 24, 26, 27)</sup>

Foot Function Index (FFI), the outcome measure that we used for the measurement of functional outcomes, was sensitive and valid in measuring post-operative recovery among Iranian patients. All three aspects, pain, disability, and activity limitation, improved

months, and  $51.10 \pm 2.73$  at 1 year after surgery. The activity subscale ( $45.96 \pm 1.72$  to  $39.11 \pm 2.09$ ) and disability subscale ( $74.80 \pm 2.81$  to  $54.88 \pm 2.93$ ) exhibited similar trends with respect to time, indicating improvement in function. The composite FFI score improved from  $207.27 \pm 7.79$  at 2 weeks to  $145.09 \pm 7.75$  at 1 year, which indicates that major function was regained (Figure 1). Generally, the FFI scores showed a persistent downward trend in all domains, reflecting sustained improvements in pain, functional disability, and activity limitation during the 12-month follow-up. A similar trend was also seen in functional outcomes. Patients with more severe fractures (AO/OTA type C3) had higher scores on the FFI scale in the early follow-up period, suggesting higher pain and functional disability, while patients with less severe fractures recovered functionally faster. However, the statistical comparison was not feasible due to the smaller subgroup size.

### Postoperative Complications

Postoperative complications involved non-union in 56 patients (30.6%), malunion in 42 (23.0%), and loosening of the implant in 27 (14.8%). Revision surgery was also needed in 67 patients (36.6%). Infection rates were superficial infection in 78 patients (42.6%), deep infection in 29 (15.8%), and pin site infection in 62 (33.9%). Within the first six months after surgery, most functional improvement took place, and scores subsequently stabilized, especially in the pain and composite domains. Osteoarthritis accounted for 35 patients (19.1%), whereas other rare complications were skin necrosis (4 cases, 2.18%) and one case of amputation of the limb (0.54%). Patients who underwent MIPO demonstrated a lower incidence of deep infection (9.1%) compared to those treated with ORIF (17.3%), though this difference was not statistically significant ( $P=0.082$ ) (Table 2).

When outcomes were descriptively analyzed based on the fracture type, patients with more complex fracture patterns, specifically AO/OTA C3 fractures, were found to have higher rates of postoperative complications, such as nonunion, malunion, deep infection, and the need for revision surgery, than those with less complex fracture patterns (B and C1-2 fractures). As a result of the uneven distribution of fracture types, statistical analysis was not conducted.

### Statistical Analysis of Outcome Trends

Repeated measures ANOVA revealed statistically significant changes across all the FFI subscales. Pain scores fell significantly over time ( $P<0.001$ ), with further improvement up to 6 months after surgery. Disability scores improved significantly between 6

weeks and 6 months ( $P<0.001$ ), but the changes between 6 months and 1 year were not statistically significant ( $P=1.00$ ). Activity scores did not vary much with non-significant differences between intervals like 2 and 6 weeks ( $P=1.000$ ) and 6 months and 1 year ( $P=1.00$ ). Composite FFI scores also showed the same pattern with significant decline till 6 months ( $P<0.001$ ) and no change thereafter.

### Recovery Duration and Correlation with Age

The mean functional recovery time to normal daily activity was  $25.48 \pm 7.48$  weeks. Missing data for FFI scores at individual time points were handled using pairwise deletion. No imputation methods were used. There was significant variation in recovery time among the patients, as indicated by the duration to the return to the activities of daily life, which ranged from 14 to 41 weeks (interquartile range: 21–29 weeks). Age was directly correlated with 6-week postoperative FFI scores ( $r=0.208$ ,  $P=0.005$ ), indicating a more sluggish early recovery in the older patient. Age was also significantly correlated with increased numbers of complications ( $r=0.585$ ,  $P<0.001$ ), indicating age-specific surgical and rehabilitative care. In exploratory analyses, other variables which may have also influenced recovery time were considered, such as fracture severity, timing of definitive surgery, type of surgery (ORIF versus MIPO), and occurrence of major complications. More complex fractures and the development of complications were associated with delayed recovery. However, age continued to be associated with delayed early functional recovery. Because of the observational nature of the study and lack of sufficient statistical power to fully adjust for variables in a comprehensive manner, it was not possible to rule out the confounding effects of variables under consideration in assessing the association between age and recovery time.

## Discussion

Pilon fractures, although uncommon, still rank among the most challenging orthopedic injuries because of their common articular involvement, compromise of soft tissues, and comminution of fracture patterns. Successful operative management requires careful planning, accurate anatomical reduction, and careful fixation techniques to avoid complications and optimize recovery.<sup>(18)</sup>

Our study, with 183 patients and follow-up at 12 months, found demographic trends and outcomes consistent with the literature. Most patients were younger men, as expected in the high-energy

### Data Collection and Follow-up

The postoperative data collected were age, gender, type of fracture, and type of surgical procedure. FFI was employed to assess outcome, as well as symptom reporting of complications including nonunion, wound complication, infection, loosening of the implant, and revision surgery. 2 weeks, 6 weeks, 3 months, 6 months, and 12 months postoperative follow-up assessments were conducted using clinic visits or structured telephone interviews. Patients with incomplete follow-up or missing FFI data at more than two time points were excluded from the final analysis to preserve data integrity.

### Foot Function Index (FFI) Assessment

The Persian version of the Foot Function Index (FFI) was used as a validated instrument to measure pain, disability, and activity limitation subscales.<sup>(17)</sup> The items were completed on a 0 (no difficulty) to 10 (severe difficulty) scale, where a higher score reflects more impairment. Pain and disability domains were both given a score of 90, and activity limitation a score of 50 at maximum. A measure of functional recovery to pre-injury level was used in the form of returning to daily and occupational activities. The FFI was chosen because of its high validity in measuring foot pain and disability in orthopedic trauma populations, and the existence of a culturally adapted Persian form.

### Statistical Analysis

Statistical comparison was performed using the SPSS software (version 26.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA). Categorical data were expressed as frequencies and percentages, whereas continuous data were expressed as mean±SD. Repeated measures ANOVA was used to compare differences in FFI scores over follow-up periods. Pearson or Spearman correlation coefficients were used, depending upon the distribution of the variables, to measure association. Two-tailed P-value <0.05 was used for statistical significance.

## Results

### Patient Demographics and Fracture Classification

The study included 183 patients, 146 men (79.8%) and 37 women (20.2%). The average age of the patients was 37.47 years, with a range of 10.53 years. According to the AO/OTA classification, 118 patients (64.5%) had C3 fractures, 17 (9.3%) had C2 fractures, 32 (17.5%) had C1 fractures, 8 (4.4%) had B2 fractures, and 8 (4.4%) had B1 fractures. Out of 190

initially enrolled patients, 183 completed at least 80% of follow-up assessments and were included in the final analysis. The follow-up completion rate at 12 months was 96.3%. The number of patients who had staged surgery was 118(64.5%), and 65(35.5%) patients had primary surgery. Staged surgery was mainly chosen for those patients who arrived with extensive soft-tissue swelling, fracture blisters, or high-energy comminuted fractures (especially AO/OTA type C3). These patients underwent initial temporary external fixation to regain alignment and facilitate soft-tissue recovery before undergoing definitive internal fixation once local soft-tissue conditions were judged suitable. Temporary external fixation was done solely in the patients who underwent staged surgery, primarily for high-energy fractures and associated soft tissue injuries. The temporary external fixator allowed for the restoration of limb alignment and associated soft tissue recovery prior to definitive fixation. The mean time required for external fixation was 12±3 days (range: 7-21 days), following which definitive ORIF or MIPO was carried out once the soft tissues were amenable. Surgical techniques included open reduction and internal fixation (ORIF) in 139 patients (76.0%) and minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) in 44 patients (24.0%) (Table 1).

**Table 1: Baseline Demographic Characteristics, Fracture Classification, and Surgical Procedures of the Study Population**

Variables	Frequency	
	Sex	Male
	Female	37(20.2%)
Age	Mean (year)	37.47±10.53
	<20	4(2.2%)
	20-30	55(30.1%)
	30-40	53(29.0%)
	40-50	48(26.2%)
	50-60	18(9.8%)
	>60	5(2.7%)
Pilon Fracture Type	B1	8(4.4%)
	B2	8(4.4%)
	C1	32(17.5%)
	C2	17(9.3%)
	C3	118(64.5%)
Surgery Staging	Primary	65(35.5%)
	Staged	118(64.5%)
Surgery Procedure	External Fixation	63(34.42%)
	ORIF	139(76.%)
	MIPO	44(24.0%)

### Functional Outcome Measures (FFI Scores)

The average scores on the Foot Function Index (FFI) pain subscale were 86.51±3.25 at 2 weeks, 77.95±6.41 at 6 weeks, 64.44±4.58 at 3 months, 53.20±3.69 at 6

Hospital, which are the principal referral centers for orthopedic trauma in the region. A consecutive sampling method was used to enroll all eligible patients presenting with pilon fractures during the study period. The needed sample size was 80 participants, using effect size information from prior studies, with 80% power and an alpha of 0.05, to provide adequate statistical power to detect clinically significant differences in functional outcomes.

Ethical Considerations: Written informed consent for surgery and inclusion in the study was obtained from all the participants.

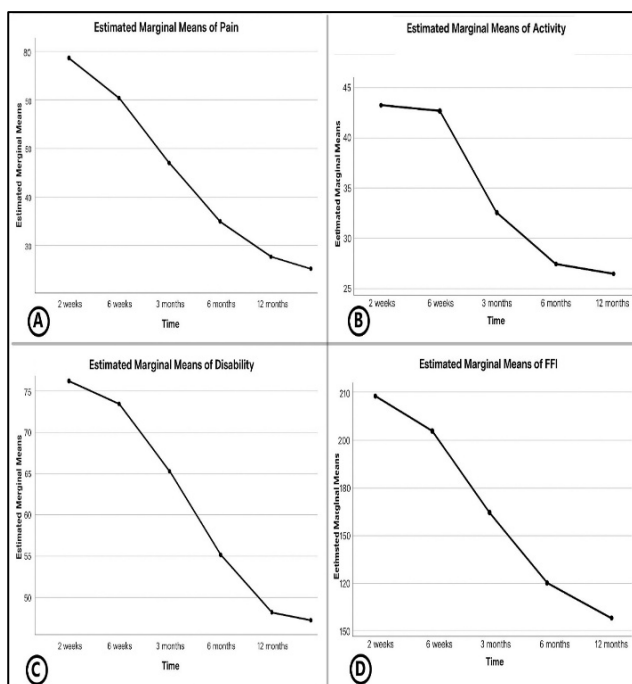


Figure 2. Longitudinal Changes in Pain, Disability, and Activity Limitation Domains of the Foot Function Index (FFI) at 2 Weeks, 6 Weeks, 3 Months, 6 Months, and 12 Months Postoperatively

### Patient Evaluation and Fracture Classification

All the patients were assessed pre-operatively by a senior orthopedic surgeon on the basis of proper history-taking, physical examination, and radiological investigation. All surgeries were performed or supervised by fellowship-trained orthopedic trauma surgeons to ensure consistency in surgical technique and clinical judgment. Fractures were classified according to the AO/OTA (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen/Orthopaedic Trauma Association) system into types A (extra-articular), B (partial articular), and C (complete articular) fractures.<sup>(16)</sup>

### Inclusion criteria

Patients could be included if they had the following: age  $\geq 16$  years; confirmed diagnosis of a type B or C pilon fracture (AO/OTA classification); surgical indication; and  $\leq 21$  days' time lapse between injury and operation. Only closed fractures were included. Patients must also be capable of giving informed consent and undergoing follow-up evaluation.

### Exclusion criteria

Exclusion criteria included previous operation or deformity of the affected ankle; open fracture; polytrauma with ICU admission; pathological fractures; and any medical condition making normal follow-up unsuitable (e.g., dementia, relocation). Patients withdrew consent, failed to attend more than two scheduled follow-up visits, or had missing Foot Function Index (FFI) data and were excluded from final analysis.

All admission and exclusion criteria were met by the admitting assessment orthopedic surgeon at admission through a standardized checklist.

### Surgical Procedures and Postoperative Protocol

The choice of surgical technique, open reduction and internal fixation (ORIF), minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO), or primary ankle arthrodesis, was determined by the treating orthopedic surgeon based on fracture type and soft tissue condition. In particular, ORIF was mostly chosen in cases that had extensive articular comminution or displacement, which necessitated direct visualization for anatomic reduction of the joint surface. Conversely, MIPO was preferred in cases with somewhat well-preserved joint congruity, metaphyseal fractures with feasible indirect reduction, or compromised soft tissue, with the aim of avoiding additional injury to the soft tissues. The final choice was made in the operating room. Post-operatively, thromboprophylaxis with low-molecular-weight heparin and peri-operative antibiotic prophylaxis was administered. On the first post-operative day, an open-foot brace to keep the ankle in the neutral ( $90^\circ$ ) position was applied. Active and passive range of motion, along with strengthening of the muscles, was encouraged to avoid such complications as equinus contracture. Weight-bearing was customarily deferred until roentgenographic proof of union was established, and progressive ambulation was managed by virtue of parametric physiotherapy protocols on follow-up examinations.

fractures have had high complication rates with attention mainly centered around infection, nonunion, and malunion, largely due to the severity of the original injury and technical requirements of the surgical fixation. Other complications of deep infection, implant failure, wound dehiscence, and post-traumatic arthritis occur often and can significantly reduce long-term function. Notably, reoperation rates remain relatively high in some series, especially with complex fracture patterns like the C3-type.<sup>(6-8)</sup> Definitive timing of surgical repair has also been a point of concern; delayed fixation techniques are being employed most commonly to facilitate resolution of soft tissue swelling and prevent infection.<sup>(9)</sup>



Figure 1. Representative ankle radiographs demonstrating a pilon fracture and two operative treatment strategies.

Although conventional open reduction and internal fixation (ORIF) can achieve anatomical alignment, it is associated with increased soft tissue morbidity, which in turn raises the risk of postoperative complications.<sup>(10)</sup> Present advances in the technique of fixation, such as minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) and external fixation, are

oriented towards minimizing soft tissue disruption and have been promising for enhancing patient outcomes.<sup>(11)</sup> Although other outcome measures have been employed in pilon fracture recovery assessment, such as AOFAS score and SF-36, the Foot Function Index (FFI) is a more specific measure of pain, disability, and lower limb functional limitation and is thus especially useful in postoperative foot and ankle disease tracking.<sup>(12)</sup> These surgical innovations have been paralleled by a growing emphasis on early intervention and structured postoperative rehabilitation protocols, which are critical for optimal functional recovery. But results after treatment are still extremely variable and depend upon healthcare facilities, surgical skill, and compliance with rehabilitation guidelines. Therefore, context-specific studies are needed to identify real-world outcomes and inform practice in various clinical settings. Outcome variability is also influenced by differences in treatment protocols, patient comorbidities, and socioeconomic factors, all of which may affect access to rehabilitation services and adherence to postoperative care.<sup>(13-15)</sup>

In the face of global advances in surgical methods, few data have been reported from low- and middle-income nations like Iran on real-world results and complication rates after pilon fracture surgery. Variability in access to healthcare, surgeon expertise, and rehabilitation protocols can result in intercountry and intracountry variability in outcomes. There is also an increasing requirement for the formulation of evidence-based standardised treatment protocols to inform decision-making in these injuries, particularly within resource-constrained settings. This is the first Iranian study to measure clinical outcome after pilon fracture surgery in the context of the Foot Function Index (FFI) and to evaluate postoperative complications in all aspects under real-world circumstances. Furthermore, there is no extensive longitudinal study in Iran with patient-reported outcomes measured with valid tools at various follow-up periods following pilon surgery. In this study, the said deficiency is to be addressed through the establishment of robust clinical and functional outcome data.

## Materials & Methods

### Study Design and Setting

This prospective observational study was performed between August 2020 and March 2024 at two teaching hospitals affiliated with Isfahan University of Medical Sciences, namely Kashani Hospital and Alzahra

# Functional Recovery and Complication Patterns After Surgical Treatment of Pilon Fractures

(A 12-Month Prospective Study)

## Abstract

**Introduction:** Intra-articular pilon fractures of the distal tibia are complicated fractures with far-reaching long-term functional consequences. Despite improved surgical methods, the ideal management protocols and resulting recuperation patterns continue to be topics of recent investigation. This study aims to compare functional outcome, and rates of complications after surgical management of pilon fractures by open reduction and internal fixation (ORIF) or minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) and also to compare the effect of age on recovery and modes of complications.

**Materials & Methods:** This is a prospective observational cohort study of 183 type B or C pilon fracture patients treated at a single trauma center. The level of functional recovery 2 weeks, 6 weeks, 3 months, 6 months, and 12 months post-injury was measured by the Foot Function Index (FFI). Postoperative complications were noted, and the time to return to normal activities. Repeated-measures ANOVA was employed in the assessment of temporal changes in FFI scores.

**Results & Discussion:** There was significant improvement on all subscales of FFI during 12 months of time ( $P < 0.001$ ), with most improvement in the first 6 months. The mean duration of time to return to activity was  $25.5 \pm 7.5$  weeks. Complications were malunion (23.0%), nonunion (30.6%), deep infection (15.8%), loosening of implant (14.8%), and reoperation (36.6%). Age was correlated with increased complications. Compared with ORIF, MIPO achieved comparable 12-month functional recovery (FFI improvement) while demonstrating a lower, though not statistically significant, rate of deep infection, suggesting similar efficacy with a potential advantage in soft-tissue preservation.

**Conclusion:** Operative management of pilon fracture yields significant functional improvement, although complications are common. Prognosis depends on age. Preoperative planning should be meticulous, close observation necessary, and individualized rehabilitation in order to maximize outcome.

**Keywords:** Tibial fractures, Treatment outcomes, Fracture healing

Accepted: 32 days before printing

Shirvan Rastegar, MD<sup>1</sup>, Mehdi Hadian, MD<sup>1</sup>, Mehdi Motififard, MD<sup>1</sup>, Alireza Assadi, MD<sup>2</sup>, Zeinab Saeidian, MD<sup>2</sup>, Farshad Jalili, MD<sup>2</sup>

1. Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran  
2. MD, School of Medicine, Mazandaran University of Medical Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Corresponding Author:  
Mehdi Hadian, MD  
Email:  
[m.hadian72@gmail.com](mailto:m.hadian72@gmail.com)

## Introduction

Pilon fractures are complex intra-articular fractures involving the distal tibia, often extending into the weight-bearing surface of the ankle joint.<sup>(1)</sup> While pilon fractures are less than 10% of tibial fractures, they have exceedingly high morbidity, enormous rehabilitation, and substantial socioeconomic expense due to prolonged disability and lost productivity.<sup>(2)</sup> They typically result from high-energy trauma mechanisms, including motor vehicle collisions, falls from considerable heights, and high-impact sports injuries. The complexity of pilon fractures is largely attributed to the comminuted nature of the fracture and the concomitant soft tissue injury, which often involves muscles, ligaments, neurovascular structures, and the overlying skin.<sup>(3)</sup> These fractures commonly affect the articular surface, metaphysis, and sometimes diaphysis of the tibia and are accompanied by a combination of axial compression, torsional force, and shearing injuries. The resultant joint incongruity and limb deformity present a significant challenge during surgical planning.<sup>(4)</sup>

Optimal pilon fracture management needs advanced surgical skills to achieve precise anatomical reduction and stable fixation, which are essential in restoring function and minimizing long-term sequelae such as post-traumatic arthritis.<sup>(1,5)</sup> Historically, these

- Durana AL, Merino-Fernandez M, da Costa Lima L, Porto ES, de Souza DT, Cipolotti R. Outcomes of dual mobility versus conventional total hip arthroplasty for patients with femoral neck fractures: a systematic review and meta-analysis including registry data. *J Orthop Surg Res.* 2025 Apr 23; 20(1): 405. doi: [10.1186/s13018-025-05764-6](https://doi.org/10.1186/s13018-025-05764-6). PMID: 40270012; PMCID: PMC12016175.
12. Batailler C, Fary C, Verdier R, Aslanian T, Caton J, Lustig S. The evolution of outcomes and indications for the dual-mobility cup: a systematic review. *Int Orthop.* 2017 Mar; 41(3): 645-659. doi: [10.1007/s00264-016-3377-y](https://doi.org/10.1007/s00264-016-3377-y). Epub 2016 Dec 21. PMID: 28004142.
  13. Batailler C, Lustig S, Balot E, Farizon F, Fessy MH, Philippot R. Ten to 15-Year Outcomes of Monoblock Uncemented Dual Mobility Cups: Excellent Survival Rate and Outcome in Primary Total Hip Arthroplasty. *JB JS Open Access.* 2025 Feb 21; 10(1): e24.00074. doi: [10.2106/JBJS.OA.24.00074](https://doi.org/10.2106/JBJS.OA.24.00074). PMID: 39991112; PMCID: PMC11841846.
  14. Blakeney WG, Epinette JA, Vendittoli PA. Dual mobility total hip arthroplasty: should everyone get one? *EFORT Open Rev.* 2019 Sep 3; 4(9): 541-547. doi: [10.1302/2058-5241.4.180045](https://doi.org/10.1302/2058-5241.4.180045). PMID: 31598332; PMCID: PMC6771074.
  15. Heifner JJ, Keller LM, Fox YM, Sakalian PA, Corces A. The Performance of Primary Dual-Mobility Total Hip Arthroplasty in Patients Aged 55 Years and Younger: A Systematic Review. *Arthroplast Today.* 2023 Nov 8; 24: 101241. doi: [10.1016/j.artd.2023.101241](https://doi.org/10.1016/j.artd.2023.101241). PMID: 38023650; PMCID: PMC10661692.
  16. Adam P, Philippe R, Ehlinger M, Roche O, Bonnomet F, Molé D, Fessy MH; French Society of Orthopaedic Surgery and Traumatology (SoFCOT). Dual mobility cups hip arthroplasty as a treatment for displaced fracture of the femoral neck in the elderly. A prospective, systematic, multicenter study with specific focus on postoperative dislocation. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2012 May; 98(3): 296-300. doi: [10.1016/j.otsr.2012.01.005](https://doi.org/10.1016/j.otsr.2012.01.005). Epub 2012 Mar 29. PMID: 22463868.
  17. Zhu W, Feng B, Zhou T, Zhang J, Wang X, Jing Q, Weng X. The advantages and drawbacks of dual mobility acetabular cups and its clinical application. *Chinese Journal of Orthopaedics.* 2021; (12): 1367-1372.
  18. Laura AD, Hothi H, Battisti C, Cerquiglini A, Henckel J, Skinner J, Hart A. Wear of dual-mobility cups: a review article. *Int Orthop.* 2017 Mar; 41(3): 625-633. doi: [10.1007/s00264-016-3326-9](https://doi.org/10.1007/s00264-016-3326-9). Epub 2016 Dec 9. PMID: 27942888.
  19. Assi C, El-Najjar E, Samaha C, Yammine K. Outcomes of dual mobility cups in a young Middle Eastern population and its influence on life style. *Int Orthop.* 2017 Mar; 41(3): 619-624. doi: [10.1007/s00264-016-3390-1](https://doi.org/10.1007/s00264-016-3390-1). Epub 2017 Jan 10. PMID: 28074257.
  20. Nilsson A, Bremander A. Measures of hip function and symptoms: Harris Hip Score (HHS), Hip Disability and Osteoarthritis Outcome Score (HOOS), Oxford Hip Score (OHS), Lequesne Index of Severity for Osteoarthritis of the Hip (LISOH), and American Academy of Orthopedic Surgeons (AAOS) Hip and Knee Questionnaire. *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2011 Nov; 63 Suppl 11: S200-7. doi: [10.1002/acr.20549](https://doi.org/10.1002/acr.20549). PMID: 22588745.
  21. Dargel J, Oppermann J, Brüggemann GP, Eysel P. Dislocation following total hip replacement. *Dtsch Arztebl Int.* 2014 Dec 22; 111(51-52): 884-90. doi: [10.3238/arztebl.2014.0884](https://doi.org/10.3238/arztebl.2014.0884). PMID: 25597367; PMCID: PMC4298240.
  22. Fessy MH, Jacquot L, Rollier JC, Chouteau J, Ait-Selmi T, Bothorel H, Chatelet JC. Midterm Clinical and Radiographic Outcomes of a Contemporary Monoblock Dual-Mobility Cup in Uncemented Total Hip Arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2019 Dec; 34(12): 2983-2991. doi: [10.1016/j.arth.2019.07.026](https://doi.org/10.1016/j.arth.2019.07.026). Epub 2019 Jul 26. PMID: 31444020.
  23. Neri T, Philippot R, Klasan A, Putnis S, Leie M, Boyer B, Farizon F. Dual mobility acetabular cups for total hip arthroplasty: advantages and drawbacks. *Expert Rev Med Devices.* 2018 Nov; 15(11): 835-845. doi: [10.1080/17434440.2018.1538781](https://doi.org/10.1080/17434440.2018.1538781). Epub 2018 Oct 24. PMID: 30345834.
  24. Philippot R, Neri T, Boyer B, Viard B, Farizon F. Bousquet dual mobility socket for patient under fifty years old. More than twenty year follow-up of one hundred and thirty one hips. *Int Orthop.* 2017 Mar; 41(3): 589-594. doi: [10.1007/s00264-016-3385-y](https://doi.org/10.1007/s00264-016-3385-y). Epub 2017 Jan 16. PMID: 28091769.
  25. Parhamfar M, Hosseini A, Khashei M, Motifard M, Taravati A, Shirazinejad S, Afsharirad A, Sadeghian A, Chaleshtori AS. Evaluating the Effectiveness of Conventional Prostheses Against Dual-Mobility Prostheses in the Treatment of Femoral Neck Fractures in Two Separate Groups of Patients: A Clinical Trial Study. *Adv Biomed Res.* 2023 Sep 27; 12: 228. doi: [10.4103/abr.abr\\_108\\_23](https://doi.org/10.4103/abr.abr_108_23). PMID: 38073750; PMCID: PMC10699230.
  26. Achudan S, Fang C, Xiang NW, Decruz J, Kunnasegaran R. Comparing Outcomes of Total Hip Arthroplasty for Displaced Neck of Femur Fractures in Elderly Patients Utilizing Dual Mobility Cups and Conventional Implants: A Single Center Retrospective Study of 129 Patients. *Indian J Orthop.* 2022 Nov 27; 57(1): 62-70. doi: [10.1007/s43465-022-00759-5](https://doi.org/10.1007/s43465-022-00759-5). PMID: 36660481; PMCID: PMC9789225.
  27. Assi C, Barakat H, Mansour J, Samaha C, Yammine K. Primary total hip arthroplasty: mid-term outcomes of dual-mobility cups in patients at high risk of dislocation. *Hip Int.* 2021 Mar; 31(2): 174-180. doi: [10.1177/1120700019889031](https://doi.org/10.1177/1120700019889031). Epub 2019 Dec 26. PMID: 31875722.

retrospective study, unmeasured confounders or selection biases could have influenced outcomes.

Both DM and conventional THA resulted in significant postoperative improvements in pain, function, and quality of life. The DM group demonstrated more favorable EQ-5D outcomes and lower observed dislocation rates, although differences in complications were not statistically significant. These findings suggest that DM implants may provide additional functional benefits without increasing complication risk. However, further prospective studies are warranted to assess long-term outcomes and cost-effectiveness in broader patient populations.

### Conclusion

In this retrospective comparative study of an Iranian patient population, both dual mobility and conventional total hip arthroplasty resulted in substantial improvements in pain relief, hip function, and health-related quality of life at one-year follow-up. However, patients treated with dual mobility implants demonstrated more favorable gains in quality-of-life measures and slightly superior functional outcomes, without an associated increase in early postoperative complications. Although dislocation was observed only in the conventional THA group, the overall incidence of instability was low and did not reach statistical significance between groups.

These findings suggest that dual mobility cups may offer additional clinical benefits beyond stability alone, even in a broader primary THA population not limited to traditional high-risk categories. Importantly, this study adds evidence from a Middle Eastern cohort, addressing a notable gap in the literature and supporting the applicability of dual mobility constructs in populations with distinct cultural and functional demands.

Given the retrospective design, limited sample size, and short-term follow-up, conclusions regarding long-term implant survivorship, polyethylene wear, and cost-effectiveness cannot be drawn. Prospective, randomized studies with extended follow-up are warranted to further define the role of dual mobility implants in primary total hip arthroplasty and to determine whether their clinical advantages justify broader routine use.

### Acknowledgement

The current clinical trial study was financed by the IUMS Deputy Research, Isfahan, Iran. We

appreciatively thank the Vice Chancellor for research, IUMS.

### References

1. Patil N, Deshmane P, Deshmukh A, Mow C. Dual Mobility in Total Hip Arthroplasty: Biomechanics, Indications and Complications-Current Concepts. *Indian J Orthop.* 2021 Oct 13; 55(5): 1202-1207. doi: [10.1007/s43465-021-00471-w](https://doi.org/10.1007/s43465-021-00471-w). PMID: 34824721; PMCID: PMC8586128.
2. Aguado-Maestro I, de Blas-Sanz I, Sanz-Peñas AE, Campesino-Nieto SV, Díez-Rodríguez J, Valle-López S, Espinel-Riol A, Fernández-Díez D, García-Alonso M. Dual Mobility Cups as the Routine Choice in Total Hip Arthroplasty. *Medicina (Kaunas).* 2022 Apr 9; 58(4): 528. doi: [10.3390/medicina58040528](https://doi.org/10.3390/medicina58040528). PMID: 35454367; PMCID: PMC9029134.
3. Charissoux JL, Asloun Y, Marcheix PS. Surgical management of recurrent dislocation after total hip arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2014 Feb; 100(1 Suppl): S25-34. doi: [10.1016/j.otsr.2013.11.008](https://doi.org/10.1016/j.otsr.2013.11.008). Epub 2014 Jan 13. PMID: 24434366.
4. Bozic KJ, Kurtz SM, Lau E, Ong K, Vail TP, Berry DJ. The epidemiology of revision total hip arthroplasty in the United States. *J Bone Joint Surg Am.* 2009 Jan; 91(1): 128-33. doi: [10.2106/JBJS.H.00155](https://doi.org/10.2106/JBJS.H.00155). PMID: 19122087.
5. McKee GK, Watson-Farrar J. Replacement of arthritic hips by the McKee-Farrar prosthesis. *J Bone Joint Surg Br.* 1966 May; 48(2): 245-59. PMID: 5937593.
6. Romagnoli M, Grassi A, Costa GG, Lazaro LE, Lo Presti M, Zaffagnini S. The efficacy of dual-mobility cup in preventing dislocation after total hip arthroplasty: a systematic review and meta-analysis of comparative studies. *Int Orthop.* 2019 May; 43(5): 1071-1082. doi: [10.1007/s00264-018-4062-0](https://doi.org/10.1007/s00264-018-4062-0). Epub 2018 Jul 21. PMID: 30032356.
7. Jones CW, De Martino I, D'Apolito R, Nocon AA, Sculco PK, Sculco TP. The use of dual-mobility bearings in patients at high risk of dislocation. *Bone Joint J.* 2019 Jan; 101-B(1\_Supple\_A): 41-45. doi: [10.1302/0301-620X.101B1.BJJ-2018-0506.R1](https://doi.org/10.1302/0301-620X.101B1.BJJ-2018-0506.R1). PMID: 30648492.
8. Khaje Mozafari J, Aminian A, Yeganeh A, Abolghasemian M. Dual Mobility Acetabular Cup Utilization in Total Hip Arthroplasty: Mitigating Instability Risks. *Med J Islam Repub Iran* 2025; 39 (1): 407-413. doi: [10.47176/mjiri.39.51](https://doi.org/10.47176/mjiri.39.51)
9. Caton JH, Prudhon JL, Ferreira A, Aslanian T, Verdier R. A comparative and retrospective study of three hundred and twenty primary Charnley type hip replacements with a minimum follow up of ten years to assess whether a dual mobility cup has a decreased dislocation risk. *Int Orthop.* 2014 Jun; 38(6): 1125-9. doi: [10.1007/s00264-014-2313-2](https://doi.org/10.1007/s00264-014-2313-2). Epub 2014 Apr 16. PMID: 24737147; PMCID: PMC4037498.
10. Darrith B, Courtney PM, Della Valle CJ. Outcomes of dual mobility components in total hip arthroplasty: a systematic review of the literature. *Bone Joint J.* 2018 Jan; 100-B(1): 11-19. doi: [10.1302/0301-620X.100B1.BJJ-2017-0462.R1](https://doi.org/10.1302/0301-620X.100B1.BJJ-2017-0462.R1). PMID: 29305445.
11. Santiago MS, Akbarpoor F, Aidar FJ, Neto JMS, de Matos Pereira Silva MVV, Darwish S, Khokar MA, Ahmed Z, Zamora FV, Madruga RETTA, Diaz-de-

reported no significant differences between dual mobility and conventional THA in terms of functional scores (Harris Hip Score and SF-36) and postoperative infection in patients with femoral neck fractures. However, unlike our findings, their study identified a significantly higher rate of dislocation in the conventional group.<sup>(25)</sup> In our study, although dislocation was only observed in the conventional group, the difference was not statistically significant. A recent systematic review and meta-analysis incorporating three randomized controlled trials and ten cohort studies—with a combined sample of 21,585 patients—found that DM implants were associated with reduced rates of dislocation and revision. However, the analysis also reported a inferior functional outcomes at six to nine months postoperatively in contrast to our findings.<sup>(11)</sup> Similarly, in a retrospective cohort study conducted at a single tertiary care center between January 2015 and May 2020, data from 129 patients revealed no instances of dislocation in the DM group, whereas the conventional THA group experienced four dislocations (4.6%).<sup>(26)</sup> In terms of postoperative function, both cohorts demonstrated comparable outcomes, with no statistically significant differences observed in patient-reported measures, including the Oxford Hip Score and SF-36, at both six-month and one-year follow-ups.<sup>(26)</sup>

A notable strength of our study lies in its focus on Iranian patient population, which remains underrepresented in the current literature, particularly when compared to Western cohorts. In one of the few investigations centered on the Middle Eastern population, Assi et al. reported no instances of instability, intra-prosthetic dislocation, or mechanical failure over a mean follow-up period of five years. The only major postoperative complication was a single case of infection, and the HHS achieved was 97.1.<sup>(19)</sup> More recently, Mozafari et al. documented a significant improvement in functional outcomes among high-risk patients—those with neuromuscular disorders and intracapsular femoral neck fractures—with mean HHS rising from  $49 \pm 8.5$  preoperatively to  $89 \pm 2.4$  at four-year follow-up.<sup>(8)</sup> These findings collectively suggest that DM implants confer substantial benefits in both general and high-risk populations, with consistently low dislocation rates and favorable functional recovery. These promising outcomes regarding implant stability and durability have led to broader indications and DMs are no longer limited to revision surgery or high risk patients.<sup>(12, 24)</sup> The Middle Eastern population presents unique functional demands following total hip arthroplasty,

particularly due to cultural and religious practices that require deep hip flexion. Activities such as sitting cross-legged, using squat-style toilets, and kneeling during prayer are integral to daily life in this region and place substantial biomechanical demands on the hip joint.<sup>(19, 27)</sup> In alignment with our findings, Assi et al. reported that patients not only returned to occupational activities but also resumed culturally significant practices such as prayer and low sitting postures, expressing high levels of postoperative satisfaction.<sup>(19)</sup>

**Table 1: Demographic and clinical characteristics of the patients**

Variable	Dual Mobility THA (n=42)	Conventional THA (n=44)	P-value
Mean±SD/n(%)	63.08±2.8	64.1±2.8	0.072
Male/n(%)	22(52.4%)	20(45.5%)	0.666
(mean±std) BMI	25.81±3.74	27.1±2.5	0.061
Initial symptom	pain	33(78.6)	0.015
	limping	9(21.4)	
Intraoperative blood transfusion	3(7.1)	6(13.6%)	0.485
Postoperative infection	0(0)	0(0%)	1.000
Prosthesis dislocation	0(0)	1(2.3%)	1.000
Deep vein thrombosis	1(2.3%)	0(0%)	0.488

While the DM construct offers clear advantages in terms of stability and range of motion, existing literature also highlights potential drawbacks associated with its use.<sup>(23)</sup> These include concerns regarding polyethylene liner wear, which may contribute to aseptic loosening and, in rare cases, intra-prosthetic dislocation.<sup>(17, 23)</sup> However, none of these complications were observed in our study. Nevertheless, extended follow-up is necessary to determine the long-term safety and durability of DM implants with greater certainty. Another potential drawback of dual mobility implants is their higher cost compared to conventional THA. It remains uncertain whether the incremental clinical benefits they offer justify the added expense from a health economics perspective or translate into improved overall value for healthcare systems.<sup>(25)</sup>

This study has several strengths. This is one of the few comparative studies on DM versus conventional THA in a Middle Eastern population. Also, inclusion of real-world clinical data enhances generalizability. However, limitations must be acknowledged. Retrospective design may introduce selection bias. The follow-up was short (one year), so we cannot comment on longer-term issues like late aseptic loosening or intra prosthetic dislocation, which are rare but important over many years. Finally, as a

Table 3: EQ-5D dimension distribution before and after surgery (DM)

Before					after				
Mobility	Self-care	Usual activity	Pain	depression	Mobility	Self-care	Usual activity	Pain	depression
2(4.8)	19(45.2)	1(2.4)	0(0)	5(11.9)	36(85.7)	42(100)	34(81)	29(69)	32(76.2)
34(81.0)	10(23.8)	23(54.8)	20(47.6)	30(71.4)	6(14.3)	0(0)	8(19)	13(31)	10(23.8)
6(14.3)	13(31.0)	18(42.9)	22(52.4)	7(16.7)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Mean±SD=-8.3±1.69 Median, IQR=-.50(-2, 0)					Mean±SD=-4.11±1.94 Median, IQR=4(3.75, 5)				
Mean±SD=-1.18±0.38 Median, IQR=-0.1(-.60, 0)					Mean±SD=-0.82±0.18 Median, IQR=0.8(0.75, 1.00)				
Conventional									
2(4.5)	3(6.8)	1(2.3)	0(0)	2(4.5)	22(50)	30(68.2)	25(56.8)	18(40.9)	19(38.6)
35(79.5)	11(25)	25(56.8)	20(45.5)	19(43.2)	18(40.9)	12(27.3)	15(34.1)	20(45.5)	19(43.2)
7(15.9)	30(68.2)	18(40.9)	24(54.5)	23(53.2)	4(9.1)	2(4.5)	4(9.1)	6(13.6)	8(18.2)
Mean±SD=-9.5±2.1 Median, IQR=8(5, 9)					Mean±SD=-5.9 ±2.9 Median, IQR=2.5(0, 5)				
Mean±SD=-1.7±0.22 Median, IQR=-1.6(1.0, 1.8)					Mean±SD=-0.39±0.5 Median, IQR=-0.5(0.0, 1.0)				

## Discussion

This retrospective comparative study demonstrated that both dual mobility (DM) and conventional total hip arthroplasty (THA) significantly improved patients' postoperative outcomes in terms of pain, function, and health-related quality of life. Although both groups benefited from surgery, the DM group exhibited more favorable improvements across EQ-5D dimensions and a greater reduction in mean pain and disability scores. Notably, the dislocation rate was low overall, and the difference between groups was not statistically significant.

Our findings are consistent with existing literature suggesting that DM implants provide superior joint stability and are associated with lower dislocation risk. While conventional THA remains a highly effective intervention, dislocation remains a known complication, with annual rates ranging from 0.2% to 10%.<sup>(21)</sup> The DM construct, through its dual articulation mechanism, was designed to address this

issue by enhancing prosthetic stability.<sup>(1)</sup> DM prostheses are typically indicated in populations at elevated risk for postoperative instability, including elderly individuals, those with neuromuscular disorders, a prior history of hip procedures, revision arthroplasty, femoral neck fractures, or tumor resections.<sup>(19)</sup> While previous research has predominantly concentrated on elderly patients<sup>(13, 19)</sup>—frequently those over 70 years of age—our study intentionally broadened the inclusion criteria to encompass patients across a wider age spectrum. This approach aimed to provide a more comprehensive assessment of DM and conventional THA outcomes in a more heterogeneous population.

The positive outcomes observed in our study are in line with previous research highlighting the enhanced biomechanical stability and long-term reliability of DM implants.<sup>(10, 19, 22-24)</sup> Nevertheless, our findings also revealed similar rates of postoperative complications—such as infections and thromboembolic events—between the DM and conventional THA groups. Parhamfar et al. similarly

sufficiently severe to presage the need for THA; the specific ASI reasons for primary hip arthroplasties (e.g., OA, avascular necrosis) were consistent with typical hip arthroplasty indications.

### Statistical Analysis

Following data collection, all statistical analyses were performed using IBM SPSS Statistics version 25 (IBM Corp., Armonk, NY, USA). Descriptive statistics for continuous variables were reported as means, standard deviations, and medians, as appropriate. Group comparisons for normally distributed quantitative data were conducted using independent-samples t-tests. Categorical variables, expressed as frequencies and percentages, were compared using the Chi-square test. To evaluate differences between the dual mobility and conventional THA groups, various statistical tests were applied based on data distribution. These included independent t-tests for continuous variables, Wilcoxon signed-rank tests for paired data, and the Mann-Whitney U test for non-normally distributed outcomes such as dislocation rates and modified Harris Hip Scores (HHS). A two-tailed p-value of <0.05 was considered indicative of statistical significance in all comparisons.

### Results

A total of 86 patients were analyzed, including 42 who underwent dual mobility (DM) THA and 44 who received conventional THA. (Figure 1, figure 2) The groups were comparable in age ( $63.1 \pm 2.8$  vs.  $64.1 \pm 2.8$ ;  $p=0.072$ ), BMI ( $25.8 \pm 3.7$  vs.  $27.1 \pm 2.5$ ;  $p=0.061$ ), and sex distribution (52.4% vs. 45.5% male;  $p=0.666$ ). Pain was more commonly reported as the initial symptom in the conventional group (97.7% vs. 78.6%;  $p=0.015$ ). Transfusion rates were similar (13.6% vs. 7.1%;  $p=0.485$ ). No postoperative infections occurred ( $p=1.000$ ), and prosthesis dislocation was observed only in one conventional case ( $p=1.000$ ). One DVT occurred in the DM group ( $p=0.488$ ).

Table 2 presents the comparison of pain intensity and Harris Hip Scores (HHS) between the two groups. Pain scores decreased in both groups over time, with the DM group consistently showing lower scores at each timepoint. Immediately post-operation, the mean pain score was  $5.57 \pm 1.19$  in the DM group versus

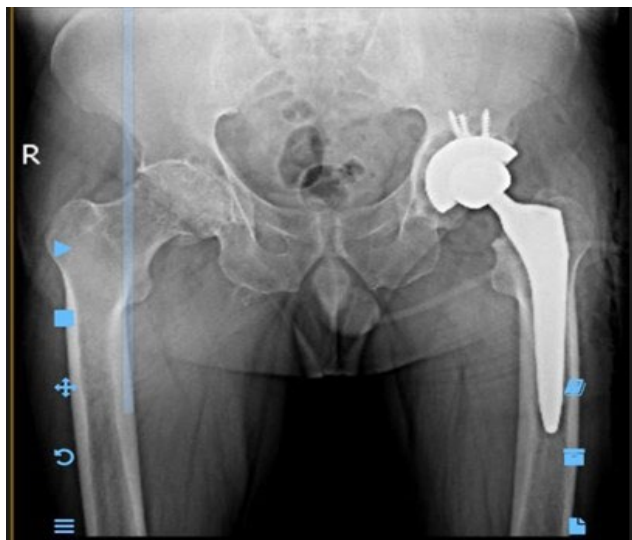
$5.9 \pm 1.3$  in the conventional group ( $p=0.084$ ). At six months, scores declined to  $1.43 \pm 0.91$  and  $2.1 \pm 1.0$ , respectively ( $p=0.095$ ), and at one year to  $0.38 \pm 0.62$  vs.  $1.2 \pm 0.9$  ( $p=0.108$ ). Although none of these differences reached statistical significance, a consistent trend favored the DM group. Preoperative HHS values were similar between groups ( $67.67 \pm 15.31$  vs.  $68.2 \pm 14.9$ ;  $p=0.873$ ). At one-year post-op, the DM group achieved a higher mean HHS ( $92.98 \pm 4.06$ ) compared to the conventional group ( $89.8 \pm 5.3$ ;  $p=0.062$ ), suggesting slightly better functional outcomes.

**Table 2: Pain and Harris Hip Scores (HHS) before and after surgery**

Variable	Timepoint	Dual Mobility THA	Conventional THA	P-value
Pain Score	Immediately post-operation	$5.57 \pm 1.19$	$5.9 \pm 1.3$	0.084
	6 months after operation	$1.43 \pm 0.91$	$2.1 \pm 1.0$	0.095
	1 year after operation	$0.38 \pm 0.62$	$1.2 \pm 0.9$	0.108
HHS	Pre-operation	$67.67 \pm 15.31$	$68.2 \pm 14.9$	0.873
	Post-operation	$92.98 \pm 4.06$	$89.8 \pm 5.3$	0.062

Table 3 presents the distribution of EQ-5D dimension scores before and after surgery in both groups. Prior to surgery, most patients in both the DM and conventional THA groups reported moderate to severe limitations across the five dimensions. Following surgery, a marked improvement was observed, particularly in the DM group. In the DM group, the total EQ-5D score improved from  $-8.3 \pm 1.69$  before surgery to  $-4.11 \pm 1.94$  after surgery, and the mean score per dimension changed from  $-1.18 \pm 0.38$  to  $-0.82 \pm 0.18$ . The median (IQR) scores shifted from  $-0.1$  ( $-0.60, 0$ ) to  $0.8$  ( $0.75, 1.00$ ). In the conventional THA group, the total score improved from  $-9.5 \pm 2.1$  to  $-5.9 \pm 2.9$ , and the mean score per dimension improved from  $-1.7 \pm 0.22$  to  $-0.39 \pm 0.5$ . Median (IQR) scores changed from  $-1.9$  ( $1.6, 2.2$ ) before surgery to  $-0.5$  ( $0.0, 1.0$ ) after surgery. These findings indicate greater improvement across EQ-5D dimensions in the DM group compared to the conventional group, although both groups experienced substantial postoperative gains in health-related quality of life.

Furthermore, recent meta-analyses comparing DM systems to conventional THA in the context of femoral neck fractures have confirmed a significant reduction in both dislocation and revision rates with the use of DM designs.<sup>(11)</sup> In short, the literature suggests that DM implants are an effective strategy to enhance hip stability without compromising implant survival.



**Figure 1:** THA in 49y/o female with severe DJD due to hip avascular necrosis

The use of DM is mostly used and studied on patients with high risk factors for dislocation (e.g., older patient age, spinopelvic pathology, neuro compromise, and revision cases) and its use as the primary treatment in THA in general population is still debated.<sup>(14-16)</sup> Also, although less common than conventional method several complications were reported in DM. including polyethylene wear, slightly reduced range of motion and higher initial costs, and more complex, revision surgery.<sup>(17, 18)</sup> What is more, dual mobility implants are not universally used. Data on their use in non-Western populations are limited, and the cost-effectiveness of DM THA can be debated. To our knowledge, there are few published studies of DM THA outcomes in Middle Eastern patients.<sup>(19)</sup> The patient demographics, activity levels, and healthcare resources in Iran may differ from Western cohorts, so it is important to evaluate the real-world results of DM THA locally.<sup>(8)</sup> The present study was undertaken to fill this gap. These results will help assess whether the favorable findings reported elsewhere hold true in Iranian community.

## Materials & Methods

We conducted a retrospective comparative study (case-control design) of primary total hip arthroplasty patients. The case group consisted of patients who underwent THA with a dual mobility cup at two major medical centers in Isfahan, Iran, between 2021 and 2022. The control group underwent conventional THA in a similar timeframe. Ethical approval for the original data collection was obtained locally; the comparative analysis utilized published de-identified data for controls. All patients had surgery under general anesthesia using a direct lateral approach while lying laterally. The implant used in all cases was a first-generation dual mobility cup (SYMBOL, made by DEDIENNE SANTÉ, Nîmes, France). Clinical information was collected from medical records and follow-up records. Baseline demographics consisted of age, sex, body mass index (BMI), and disease duration. We recorded the primary presenting symptom (pain or limp) and whether intraoperative blood transfusion was required. Postoperative complications (infection, prosthesis dislocation, DVT, motion limitation) were noted through one year.



**Figure 2:** Dual Mobility arthroplasty in 61 y/o male with severe DjD due to hip avascular necrosis

The outcome measures were pain, hip function and quality of life. Pain was measured postoperatively (day 1) and at 6 and 12 months using the numeric rating scale (0=no pain and 10=worst pain). Hip function was also reported using the Harris Hip Score (HHS) pre-operatively and 1 year post-operatively; it ranges from 0-100 points and is a clinically valid scale measuring of pain and function.<sup>(20)</sup> The health-related quality of life was assessed using the Euroqol-5D.

We performed a retrospective analysis on all patients who had undergone unilateral THAs with a DM acetabular insert in major medical centers in Isfahan. Inclusion criteria were adults with hip disease

## Outcome of Dual Mobility in Primary Total Hip Arthroplasty

### Abstract

**Introduction:** Dual mobility (DM) implants have been increasingly adopted in total hip arthroplasty (THA) to reduce the risk of postoperative instability. However, evidence comparing DM and conventional THA in Middle Eastern populations remains limited.

**Materials & Methods:** In a retrospective case-control study the patients who had undergone primary unilateral THA in one year at two major medical centers were evaluated. The case-group received DM implants, and the control- group had conventional THA. Within a one-year follow-up, the pain (Numeric Rating Scale), hip function (Harris Hip Score), and quality of life (EQ-5D), and Postoperative complications were compared.

**Results & Discussion:** The 86 patients studied included 42 DM and 44 conventional THA cases. Both groups experienced significant improvement in pain, function, and quality of life at one-year follow-up. The DM group demonstrated greater improvements in EQ-5D scores and higher postoperative HHS compared to the conventional group. The only dislocation (4.6%) in the conventional-group had no statistically significance. Other postoperative complications, including infection and DVT, were comparable between the groups.

**Conclusion:** DM hip arthroplasty was associated with more favorable postoperative functional recovery and quality of life outcomes, without a significant increase in complications, in short-term follow-up. These findings support the broader application of DM implants in primary THA, although further prospective studies are needed to assess the long-term outcomes and also cost-effectiveness.

**Keywords:** Total Hip Arthroplasty, Hip Prosthesis, Treatment Outcome

**Accepted:** 42 days before printing

Mehdi Hadian, MD<sup>1</sup>, Mehdi Motiffard, MD<sup>1</sup>, Alireza Assadi, MD<sup>2</sup>, Mohammad Parhamfar, MD<sup>1</sup>, Maryam Karimi, MD<sup>2</sup>

1. Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran  
2. MD, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

### Introduction

Total hip arthroplasty (THA) is widely recognized as a highly effective and economically efficient intervention for managing advanced hip joint disorders, offering substantial improvements in pain and mobility.<sup>(1,2)</sup> Despite its success, postoperative instability remains a significant complication, especially among younger individuals or those at elevated risk, with reported dislocation rates ranging from 1% to 6%.<sup>(1)</sup> Dislocation is a leading contributor to early failure of THA and often necessitates revision surgery.<sup>(3)</sup> To address this issue, various surgical approaches and implant designs have been developed.<sup>(4)</sup> One such innovation is the dual mobility (DM) prosthesis, first introduced in 1974, which enhances stability by increasing the jump distance and minimizing impingement.<sup>(5)</sup> This design has emerged as a key strategy for both preventing and managing hip instability following arthroplasty.<sup>(1, 5, 6)</sup> Multiple studies and reviews have confirmed the stability benefit of DM implants in primary and revision THA.<sup>(7-13)</sup> Jones et al. reported that among 151 of their study patients who were considered high risk for dislocation, only one of them sustained intra-prosthetic dislocation.<sup>(7)</sup> Darrith et al. demonstrated that THA utilizing DM implants is associated with remarkably low rates of instability and outstanding long-term durability, with prosthesis survivorship exceeding 98% over an 8 to 16-year follow-up period.<sup>(10)</sup> In concordance with these findings, a recent analysis reported implant survival rates ranging from 96% to 98% at 10 to 15 years postoperatively, with dislocation and intra prosthetic dislocation occurring in only a negligible proportion of cases.<sup>(13)</sup> Notably, outcomes in patients younger than 50 years were comparable to older patients, with no age-specific complications or elevated failure risk identified, suggesting that younger age does not compromise implant performance in DM constructs.<sup>(13)</sup>

Corresponding Author:  
Maryam Karimi, MD  
Email:  
maryam.karimie@gmail.com

- MH, Shoback D. Pharmacological Management of Osteoporosis in Postmenopausal Women: An Endocrine Society\* Clinical Practice Guideline. *J Clin Endocrinol Metab.* 2019 May 1; 104(5): 1595-1622. doi: [10.1210/jc.2019-00221](https://doi.org/10.1210/jc.2019-00221). PMID: 30907953.
- 28 Buckley L, Guyatt G, Fink HA, Cannon M, Grossman J, Hansen KE, Humphrey MB, Lane NE, Magrey M, Miller M, Morrison L, Rao M, Robinson AB, Saha S, Wolver S, Bannuru RR, Vaysbrot E, Osani M, Turgunbaev M, Miller AS, McAlindon T. 2017 American College of Rheumatology Guideline for the Prevention and Treatment of Glucocorticoid-Induced Osteoporosis. *Arthritis Rheumatol.* 2017 Aug; 69(8): 1521-1537. doi: [10.1002/art.40137](https://doi.org/10.1002/art.40137). Epub 2017 Jun 6. Erratum in: *Arthritis Rheumatol.* 2017 Nov; 69(11): 2246. doi: [10.1002/art.40340](https://doi.org/10.1002/art.40340). PMID: 28585373.
- 29 Vasso M, Beaufils P, Schiavone Panni A. Constraint choice in revision knee arthroplasty. *Int Orthop.* 2013 Jul; 37(7): 1279-84. doi: [10.1007/s00264-013-1929-y](https://doi.org/10.1007/s00264-013-1929-y). Epub 2013 May 23. PMID: 23700251; PMCID: PMC3685670.
- 30 King SW, Lamb JN, Cage ES, Pandit H. Periprosthetic femoral fractures following total hip and total knee arthroplasty. *Maturitas.* 2018 Nov; 117: 1-5. doi: [10.1016/j.maturitas.2018.08.010](https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2018.08.010). Epub 2018 Aug 27. PMID: 30314554.
- 31 Singh JA, Lewallen DG. Association of peptic ulcer disease and pulmonary disease with risk of periprosthetic fracture after primary total knee arthroplasty. *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2011 Oct; 63(10): 1471-6. doi: [10.1002/acr.20548](https://doi.org/10.1002/acr.20548). PMID: 21748860; PMCID: PMC3183369.

- 38438108.
- 5 Chowdary AR, Wukich DK, Sambandam S. Complications of periprosthetic fracture revision vs aseptic revision of total knee arthroplasty. *J Orthop.* 2024 Feb 23; 53: 20-26. doi: [10.1016/j.jor.2024.02.033](https://doi.org/10.1016/j.jor.2024.02.033). PMID: 38450064; PMCID: PMC10912218.
  - 6 Lenz M, Acklin YP, Kasper LA, Mischler D, Varga P, Zderic I, Gehweiler D, Klos K, Gueorguiev B, Stoffel K. Biomechanical evaluation of the docking nail concept in periprosthetic fracture fixation around a stemmed total knee arthroplasty. *Journal of Biomechanics.* 2021; 115: 110109. doi: [10.1016/j.jbiomech.2020.110109](https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2020.110109)
  - 7 Lombardo DJ, Siljander MP, Sobh A, Moore DD, Karadsheh MS. Periprosthetic fractures about total knee arthroplasty. *Musculoskelet Surg.* 2020 Aug; 104(2): 135-143. doi: [10.1007/s12306-019-00628-9](https://doi.org/10.1007/s12306-019-00628-9). Epub 2019 Oct 23. PMID: 31643045.
  - 8 Mayr MF, Südkamp NP, Konstantinidis L. Periprosthetic fracture management around total knee arthroplasty. *J Orthop.* 2021 Jan 5; 23: 239-245. doi: [10.1016/j.jor.2020.12.024](https://doi.org/10.1016/j.jor.2020.12.024). PMID: 33613007; PMCID: PMC7876523.
  - 9 Redondo-Trasobares B, Torres-Campos A, Calvo-Tapies JR, Gran-Ubeira N, Blanco-Rubio N, Albareda-Albareda J. Risk factors of periprosthetic femoral fracture after total knee arthroplasty. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol (Engl Ed).* 2020 Jul-Aug; 64(4): 258-264. English, Spanish. doi: [10.1016/j.recot.2020.03.001](https://doi.org/10.1016/j.recot.2020.03.001). Epub 2020 May 4. PMID: 32381394.
  - 10 Forlenza EM, Serino J 3rd, Acuña AJ, Terhune EB, Behery OA, Della Valle CJ. Bisphosphonate Use in Patients Who Have Osteoporosis Does Not Increase the Risk of Periprosthetic Fracture Following Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2025 Jun; 40(6): 1390-1396. doi: [10.1016/j.arth.2024.11.004](https://doi.org/10.1016/j.arth.2024.11.004). Epub 2024 Nov 9. PMID: 39528168.
  - 11 Burke JF, Quinlan ND, Werner BC, Barnes CL, Browne JA. Osteopetrosis is Associated With an Increased Risk for Intraoperative Periprosthetic Fracture in Total Hip Arthroplasty but not in Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2023 Jan; 38(1): 24-29. doi: [10.1016/j.arth.2022.08.016](https://doi.org/10.1016/j.arth.2022.08.016). Epub 2022 Aug 13. PMID: 35973574..
  - 12 Park YB, Kim M, Nam HC, Jeon JW, Ha CW. Total knee arthroplasty and periprosthetic distal femoral fracture: looking beyond the osteoporosis to previous osteoporotic fracture. *Osteoporos Int.* 2024 Aug; 35(8): 1469-1475. doi: [10.1007/s00198-024-07138-w](https://doi.org/10.1007/s00198-024-07138-w). Epub 2024 May 27. PMID: 38801524.
  - 13 Meyer JA, Zhu M, Cavadino A, Coleman B, Munro JT, Young SW. Infection and periprosthetic fracture are the leading causes of failure after aseptic revision total knee arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2021 Aug; 141(8): 1373-1383. doi: [10.1007/s00402-020-03698-8](https://doi.org/10.1007/s00402-020-03698-8). Epub 2021 Jan 30. PMID: 33515323.
  - 14 Harris AB, Lantieri MA, Agarwal AR, Golladay GJ, Thakkar SC. Osteoporosis and Total Knee Arthroplasty: Higher 5-Year Implant-Related Complications. *J Arthroplasty.* 2024 Apr; 39(4): 948-953.e1. doi: [10.1016/j.arth.2023.10.045](https://doi.org/10.1016/j.arth.2023.10.045). Epub 2023 Oct 30. PMID: 37914037.
  - 15 Rodriguez-Merchan EC. Re-revision Total Knee Arthroplasty: Causes, Risk Factors and Results. *Arch Bone Jt Surg.* 2024; 12(5): 328-332. doi: [10.22038/ABJS.2024.75456.3490](https://doi.org/10.22038/ABJS.2024.75456.3490). PMID: 38817414; PMCID: PMC11134262.
  - 16 Stamiris D, Gkekas NK, Asteriadis K, Stamiris S, Anagnostis P, Poultsides L, Sarris I, Potoupnis M, Kenanidis E, Tsiridis E. Anterior femoral notching  $\geq 3$  mm is associated with increased risk for supracondylar periprosthetic femoral fracture after total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2022 Apr; 32(3): 383-393. doi: [10.1007/s00590-021-02989-z](https://doi.org/10.1007/s00590-021-02989-z). Epub 2021 Apr 26. PMID: 33900452.
  - 17 Mohammad HR, Judge A, Murray DW. A Comparison of the Periprosthetic Fracture Rate of Cemented and Cementless Total Knee Arthroplasties: An Analysis of Data From the National Joint Registry. *J Arthroplasty.* 2024 Jun; 39(6): 1505-1511. doi: [10.1016/j.arth.2023.11.039](https://doi.org/10.1016/j.arth.2023.11.039). Epub 2023 Dec 4. PMID: 38056722.
  - 18 Verma N, Jain A, Pal C, Thomas S, Agarwal S, Garg P. Management of periprosthetic fracture following total knee arthroplasty- a retrospective study to decide when to fix or when to revise? *J Clin Orthop Trauma.* 2020 Mar; 11(Suppl 2): S246-S254. doi: [10.1016/j.jcot.2019.10.005](https://doi.org/10.1016/j.jcot.2019.10.005). Epub 2019 Oct 15. PMID: 32189949; PMCID: PMC7068021.
  - 19 Wan Q, Zhang A, Liu Y, Chen H, Zhao X, Han Q, Wang J. Stem to prevent periprosthetic fracture after notching in total knee arthroplasty. *Int J Numer Method Biomed Eng.* 2024 Oct; 40(10): e3842. doi: [10.1002/cnm.3842](https://doi.org/10.1002/cnm.3842). Epub 2024 Aug 5. PMID: 39099381.
  - 20 Puga TB, Lam A, Ferguson C, Box MW, Badylak J, Riehl JT. Body Mass Index (BMI) and Associations of Periprosthetic Fracture Risk after TKA: A Systematic Review. *Journal of Orthopaedic Reports.* 2025; 4(1s): 100545. doi: [10.1016/j.jorep.2024.100545](https://doi.org/10.1016/j.jorep.2024.100545)
  - 21 Viswanathan VK, Subramanian S, Mounasamy V, Sambandam S. What are the predisposing factors for periprosthetic fractures following total hip arthroplasty? - a National Inpatient Sample-based study. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2024 Jun; 144(6): 2803-2810. doi: [10.1007/s00402-024-05343-0](https://doi.org/10.1007/s00402-024-05343-0). Epub 2024 Apr 25. PMID: 38661998.
  - 22 Meek RM, Norwood T, Smith R, Brenkel IJ, Howie CR. The risk of peri-prosthetic fracture after primary and revision total hip and knee replacement. *J Bone Joint Surg Br.* 2011 Jan; 93(1): 96-101. doi: [10.1302/0301-620X.93B1.25087](https://doi.org/10.1302/0301-620X.93B1.25087). PMID: 21196551.
  - 23 Morwood MP, Gebhart SS, Zamith N, Mir HR. Outcomes of fixation for periprosthetic tibia fractures around and below total knee arthroplasty. *Injury.* 2019 Apr; 50(4): 978-982. doi: [10.1016/j.injury.2019.03.014](https://doi.org/10.1016/j.injury.2019.03.014). Epub 2019 Mar 15. PMID: 30929804.
  - 24 Udagawa K, Niki Y, Harato K, Kobayashi S, Nomoto S. Arthroscopically Assisted Retrograde Intramedullary Nailing for Periprosthetic Fracture of the Femur after Posterior-Stabilized Total Knee Arthroplasty. *Case Rep Orthop.* 2018 Apr 3; 2018: 1805145. doi: [10.1155/2018/1805145](https://doi.org/10.1155/2018/1805145). PMID: 29850328; PMCID: PMC5903306.
  - 25 Kim KI, Egol KA, Hozack WJ, Parvizi J. Periprosthetic fractures after total knee arthroplasties. *Clin Orthop Relat Res.* 2006 May; 446: 167-75. doi: [10.1097/01.blo.0000214417.29335.19](https://doi.org/10.1097/01.blo.0000214417.29335.19). PMID: 16568003.
  - 26 Malik M, Halwai MA. Open reduction and internal fixation of patellar fractures with tension band wiring through cannulated screws. *J Knee Surg.* 2014 Oct; 27(5): 377-82. doi: [10.1055/s-0033-1364100](https://doi.org/10.1055/s-0033-1364100). Epub 2014 Jan 10. PMID: 24414389.
  - 27 Eastell R, Rosen CJ, Black DM, Cheung AM, Murad

technique, and enhanced postoperative surveillance in revision cases. Surgeons should be vigilant about stem positioning to avoid creating stress risers and consider strategies to preserve bone stock where possible.<sup>(15, 29)</sup> For patients with elevated BMI, our findings suggest that weight management should be part of the comprehensive care plan. Preoperative weight optimization might reduce the risk of this serious complication. Additionally, patients with high BMI might benefit from more conservative postoperative rehabilitation protocols and longer protected weight-bearing periods.<sup>(20)</sup> Although osteoporosis and corticosteroid use showed only trends toward significance, their relatively high odds ratios suggest clinical relevance. Evaluation of bone health should be considered in preoperative assessment for TKA, especially in patients with other risk factors. Pharmacological management of osteoporosis might be beneficial in high-risk patients, though Forlenza et al. (2024) suggest that bisphosphonate treatment alone may not fully mitigate fracture risk.<sup>(10, 27)</sup> This study has several strengths, including its case-control design with matched controls, comprehensive risk factor assessment, and multivariate analysis controlling for potential confounders. However, several limitations warrant consideration.

### Limitations and Future Research

First, the relatively small sample size, particularly in the fracture group (n=45), may have limited statistical power to detect associations with osteoporosis and corticosteroid use. Second, the retrospective nature introduces potential for selection and information bias. Third, we did not collect data on surgical techniques, implant designs, or postoperative rehabilitation protocols, which might influence fracture risk. Additionally, we did not have data on bone mineral density measurements for all patients, potentially leading to underdiagnosis of osteoporosis. Lastly, the single-center design may limit generalizability to other populations with different demographic characteristics or healthcare practices.

Future research should focus on prospective studies with larger sample sizes to better characterize the relationship between osteoporosis, corticosteroid use, and periprosthetic fracture risk. Studies incorporating routine bone mineral density measurements would provide a more accurate assessment of bone quality. Investigation into protective strategies for high-risk patients, including modified surgical techniques, implant selection considerations, and tailored rehabilitation protocols, would be valuable. Additionally, research examining the role of bone-

enhancing medications in preventing periprosthetic fractures, specifically in joint arthroplasty patients, would address an important knowledge gap. Longitudinal studies assessing the impact of weight management interventions on fracture risk in overweight and obese patients would also provide valuable insights for clinical practice.

### Conclusion

Our study identifies elevated BMI and revision TKA as significant independent risk factors for periprosthetic fracture following TKA, with trends toward increased risk with osteoporosis and corticosteroid use. These findings highlight the importance of considering modifiable risk factors in preoperative planning and postoperative management. Comprehensive risk assessment incorporating BMI, revision status, bone health, and medication history may help identify patients who would benefit from enhanced surveillance and preventive strategies. A multidisciplinary approach addressing these risk factors may reduce the incidence of this challenging complication.

### Acknowledgement

The current clinical trial study was financed by the IUMS Deputy Research, Isfahan, Iran. We appreciatively thank the Vice Chancellor for research, IUMS.

### References

- 1 Agarwal AR, Cohen JS, Tarawneh OH, Gu A, Debritz J, Golladay GJ, Thakkar SC. The impact of prior fragility fractures on long-term periprosthetic fracture risk following total knee arthroplasty. *Osteoporos Int.* 2023 Aug; 34(8): 1429-1436. doi: [10.1007/s00198-023-06746-2](https://doi.org/10.1007/s00198-023-06746-2). Epub 2023 May 11. PMID: 37166492.
- 2 Bauer C, Zaharia B, Galliot F, Parot J, Houfani F, Mayer J, Mainard D. Management and results in periprosthetic tibial fracture after total knee arthroplasty: Two-center 15-case retrospective series at 2 years' follow-up. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2020 May; 106(3): 449-458. doi: [10.1016/j.otsr.2020.01.008](https://doi.org/10.1016/j.otsr.2020.01.008). Epub 2020 Mar 14. PMID: 32184065.
- 3 Chantelot C, Saab M, Bégue T, Kaba A, Favreau H, Ehlinger M. Periprosthetic fracture around total knee arthroplasty: What are the advantages of minimal-invasive surgery? *Injury.* 2024 Jun; 55 Suppl 1: 111351. doi: [10.1016/j.injury.2024.111351](https://doi.org/10.1016/j.injury.2024.111351). Epub 2024 Jul 26. PMID: 39069343.
- 4 Chantelot C, Saab M, Martin T, Begue T, Ehlinger M, Flecher X; SoFCOT. Revision total knee arthroplasty with periprosthetic distal femoral fracture. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2024 Nov; 110(7): 103856. doi: [10.1016/j.otsr.2024.103856](https://doi.org/10.1016/j.otsr.2024.103856). Epub 2024 Mar 2. PMID:

patients having 2.5 times higher odds and obese patients having 3.8 times higher odds of periprosthetic fracture compared to those with normal BMI. The biomechanical explanation for this association likely involves increased mechanical loading on the prosthesis-bone interface in patients with higher body weight. Additionally, operative challenges in patients with obesity might contribute to suboptimal component positioning, potentially creating stress risers.<sup>(9)</sup> Redondo-Trasobares et al. (2020) identified obesity as an independent risk factor for periprosthetic femoral fractures and suggested that the combination of increased mechanical stress and technical challenges during surgery may explain this relationship.<sup>(9)</sup> Our study identified revision TKA as the strongest predictor of subsequent periprosthetic fracture (aOR 15.00,  $p < 0.001$ ). This finding is strongly supported by previous research. Meek et al. (2011) reported that the risk of periprosthetic fracture was substantially higher after revision TKA (2.2%) compared to primary TKA (0.6%).<sup>(22)</sup> Meyer et al. (2021) identified periprosthetic fracture as one of the leading causes of failure after aseptic revision TKA.<sup>(13)</sup> Several factors may explain this strong association. Rodriguez-Merchan (2024) discussed how revision TKA often requires more extensive bone resection, potentially leaving less bone stock and creating structural weakness.<sup>(15)</sup> Additionally, revision components often feature longer stems that can create stress risers at the stem tip. The altered biomechanics following revision surgery, combined with potentially compromised bone quality, create an environment conducive to fracture development.<sup>(15, 29)</sup> Although osteoporosis showed a trend toward increased fracture risk in our study (aOR 4.00,  $p = 0.08$ ), it did not reach conventional statistical significance. This finding contrasts with several recent studies that have established stronger associations. Harris et al. (2024) demonstrated that patients with osteoporosis undergoing TKA had significantly higher 5-year implant-related complications, including periprosthetic fractures.<sup>(14)</sup> Similarly, Park et al. (2024) highlighted that a history of previous osteoporotic fracture was a significant predictor of subsequent periprosthetic distal femoral fracture following TKA.<sup>(12)</sup> The borderline significance in our study may be attributed to the relatively small sample size and the low reported prevalence of diagnosed osteoporosis (6.7% in the fracture group). It's possible that undiagnosed osteoporosis or osteopenia was present in additional patients. Agarwal et al. (2023) demonstrated that prior fragility fractures, which often indicate underlying bone quality issues, significantly increased long-term periprosthetic fracture risk after

TKA.<sup>(1)</sup> Interestingly, Forlenza et al. (2024) found that bisphosphonate treatment in patients with osteoporosis did not affect periprosthetic fracture risk following TKA, suggesting that pharmacological management of osteoporosis may not fully mitigate the fracture risk in this population.<sup>(10)</sup>

Table 2: Timing of Fractures After TKA

Timing	Fracture Group (n=45)
≥90 days	34(75.6%)
<90 days	11(24.4%)

This highlights the complexity of the relationship between bone quality and periprosthetic fracture risk. Our findings showed a trend toward increased fracture risk with corticosteroid use (aOR 3.90,  $p = 0.09$ ), though this did not reach statistical significance. This trend is consistent with established literature on corticosteroid-induced adverse effects on bone metabolism. Buckley et al. (2017) outlined in the American College of Rheumatology guideline that glucocorticoid use is associated with rapid bone loss and increased fracture risk, with effects beginning within the first three months of treatment. The mechanism involves multiple pathways, including decreased bone formation, increased bone resorption, and altered calcium metabolism.<sup>(28)</sup> These changes can compromise the structural integrity of bone around prosthetic implants. While our study showed only a trend, the relatively high odds ratio (3.90) suggests potential clinical relevance despite not reaching statistical significance at  $p < 0.05$ . Interestingly, our study did not identify age  $\geq 60$  years (aOR 1.02,  $p = 0.96$ ) or female gender (aOR 1.08,  $p = 0.84$ ) as significant risk factors for periprosthetic fracture. This finding differs from some previous reports. King et al. (2018) identified advanced age and female gender as risk factors for periprosthetic fractures following total joint arthroplasty.<sup>(30)</sup> Similarly, Singh and Lewallen (2011) found that older age was associated with increased periprosthetic fracture risk after TKA.<sup>(31)</sup> The lack of association in our study may be due to several factors. First, our matching process for age and gender between case and control groups might have diminished the ability to detect these as independent risk factors. Second, the influence of age and gender might be mediated through other factors such as bone quality and comorbidities. Finally, our regional population might have unique characteristics that modify the typical risk profile seen in other studies.

### Clinical Implications and Recommendations

The strong association between revision TKA and subsequent periprosthetic fracture highlights the need for careful patient selection, meticulous surgical

follow-up periods. Pearson or Spearman correlation coefficients were used, depending upon the distribution of the variables, to measure association. Two-tailed P-value <0.05 was used for statistical significance.

## Results

### Demographic and Clinical Characteristics

The study included 45 patients in the fracture group and 90 patients in the control group. Table 1 illustrates the demographic and clinical characteristics of both groups. The distribution of gender and age was similar between the two groups, with 94 (69.62%) female patients and two-thirds of patients aged 60 years or older in both groups. However, significant differences were observed in BMI classification, with the fracture group having a higher proportion of overweight (22 vs. 40) (48.9% vs. 44.4%) and obese (18 vs. 20) (40.0% vs. 22.2%) patients compared to the control group ( $p=0.01$  for both categories).

**Table 3: Multivariate Logistic Regression Analysis of Risk Factors for Periprosthetic Fracture**

Predictor	Reference (if applicable)	aOR(95% CI)	p-value
Age ( $\geq 60$ vs <60)	<60	1.02(0.48–2.10)	0.96
Sex (Female vs Male)	Male	1.08(0.52–2.24)	0.84
BMI (Overweight)	Normal	2.50(1.10–5.70)	0.03
BMI (Obese)	Normal	3.80(1.40–8.80)	0.01
Revision TKA (Yes vs No)	No	15.0(4.00– $\infty$ )	<0.001
Osteoporosis (Yes vs No)	No	4.00(0.85–16.0)	0.08
Corticosteroid Use (Yes vs No)	No	3.90(0.80–15.0)	0.09

### Fracture Patterns and Distribution

The characteristics of the fractures presented in Table 3 indicate that femoral fractures are the most common, accounting for 75.6% of cases. This is followed by tibial fractures at 22.2%, with patellar fractures being quite rare at only 2.2% (Table 2).

### Risk Factor Analysis

Notably, 7 (15.6%) of patients in the fracture group had undergone revision TKA, while none in the control group had a history of revision surgery ( $p<0.001$ ). Although not reaching conventional statistical significance, there were trends toward higher prevalence of osteoporosis and corticosteroid use in the fracture group (both 6.7% vs. 1.1%,  $p=0.07-0.08$ ). After adjusting for potential confounders, overweight and obesity emerged as significant risk factors for periprosthetic fracture, with adjusted odds

ratios of 2.50 (95% CI: 1.10–5.70,  $p=0.03$ ) and 3.80 (95% CI: 1.40–8.80,  $p=0.01$ ), respectively, compared to normal BMI. Revision TKA was associated with the highest risk, with an adjusted odds ratio of 15.00 (95% CI: 4.00– $\infty$ ,  $p<0.001$ ), indicating a strong relationship between prior revision surgery and subsequent periprosthetic fracture. Although not reaching statistical significance at the conventional  $p<0.05$  level, osteoporosis and corticosteroid use showed trends toward increased risk with adjusted odds ratios of 4.00 (95% CI: 0.85–16.00,  $p=0.08$ ) and 3.90 (95% CI: 0.80–15.00,  $p=0.09$ ), respectively. These findings suggest potential clinical relevance despite the borderline statistical significance, possibly due to the relatively small sample size. Age and sex were not found to be significantly associated with risk of periprosthetic fracture in this study population, with adjusted odds ratios close to 1.0 and  $p$ -values  $>0.80$  (Table 3).

The timing of fractures following total knee arthroplasty (TKA) reveals that a significant majority (75.6%) of fractures occur 90 days or more after surgery. This finding suggests that these fractures are more likely related to ongoing issues with implant stability rather than to acute surgical trauma. In contrast, 24.4% of fractures occur within the first 90 days post-surgery, which may be associated with the surgical procedure itself (Table 4).

## Discussion

### Summary of Key Finding

Revision TKA was the most powerful independent risk factor for periprosthetic bone fracture with an odds ratio of 15.0, which represents a strongly raised risk compared with primary TKA. Elevated BMI was also a powerful risk with a greater risk in obesity compared with being overweight. Osteoporosis had a trend towards raised fracture risk that was not significant. These results create a delineated risk hierarchy, clarifying and putting into context debates in the literature concerning the prominence of each factor.

### Comparison with Previous Studies

The significant association between elevated BMI and periprosthetic fractures in our study is consistent with recent literature. Puga et al. (2024) conducted a systematic review specifically examining BMI's impact on periprosthetic fracture risk after TKA and found that higher BMI categories were associated with increased fracture risk.<sup>(20)</sup> Our findings demonstrated a clear dose-response relationship, with overweight

history-taking, physical examination, and radiological investigation. All surgeries were performed or supervised by fellowship-trained orthopedic trauma surgeons to ensure consistency in surgical technique and clinical judgment. Fractures were classified according to the AO/OTA (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen/Orthopaedic Trauma Association) system into types A (extra-articular), B (partial articular), and C (complete articular) fractures.<sup>(16)</sup>

### Inclusion criteria

Patients could be included if they had the following: age  $\geq 16$  years; confirmed diagnosis of a type B or C pilon fracture (AO/OTA classification); surgical indication; and  $\leq 21$  days' time lapse between injury and operation. Only closed fractures were included. Patients must also be capable of giving informed consent and undergoing follow-up evaluation.

### Exclusion criteria

Exclusion criteria included previous operation or deformity of the affected ankle; open fracture; polytrauma with ICU admission; pathological fractures; and any medical condition making normal follow-up unsuitable (e.g., dementia, relocation). Patients withdrew consent, failed to attend more than two scheduled follow-up visits, or had missing Foot Function Index (FFI) data and were excluded from final analysis.

All admission and exclusion criteria were met by the admitting assessment orthopedic surgeon at admission through a standardized checklist.

### Surgical Procedures and Postoperative Protocol

The choice of surgical technique, open reduction and internal fixation (ORIF), minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO), or primary ankle arthrodesis, was determined by the treating orthopedic surgeon based on fracture type and soft tissue condition. In particular, ORIF was mostly chosen in cases that had extensive articular comminution or displacement, which necessitated direct visualization for anatomic reduction of the joint surface. Conversely, MIPO was preferred in cases with somewhat well-preserved joint congruity, metaphyseal fractures with feasible indirect reduction, or compromised soft tissue, with the aim of avoiding additional injury to the soft tissues. The final choice was made in the operating room. Post-operatively, thromboprophylaxis with low-molecular-weight heparin and peri-operative antibiotic prophylaxis was administered. On the first post-operative day, an open-foot brace to keep the ankle in the neutral ( $90^\circ$ ) position was applied. Active and

passive range of motion, along with strengthening of the muscles, was encouraged to avoid such complications as equinus contracture. Weight-bearing was customarily deferred until roentgenographic proof of union was established, and progressive ambulation was managed by virtue of parametric physiotherapy protocols on follow-up examinations.

Fracture Type		Fracture Group (n=45)
Femur		34(75.6%)
Tibia		10(22.2%)
Patella		1(2.2%)
Rorabeck and Lewis Classification	Type 1 (Femur)	15(44.1%)
	Type 2 (Femur)	19(55.9%)
	Type 3 (Femur)	0
Felix Classification	Type 1 (Tibia)	6(60.0%)
	Type 2 (Tibia)	3(30.0%)
	Type 3 (Tibia)	1(10.0%)
	Type 4 (Tibia)	0

### Data Collection and Follow-up

The postoperative data collected were age, gender, type of fracture, and type of surgical procedure. FFI was employed to assess outcome, as well as symptom reporting of complications including nonunion, wound complication, infection, loosening of the implant, and revision surgery. 2 weeks, 6 weeks, 3 months, 6 months, and 12 months postoperative follow-up assessments were conducted using clinic visits or structured telephone interviews. Patients with incomplete follow-up or missing FFI data at more than two time points were excluded from the final analysis to preserve data integrity.

### Foot Function Index (FFI) Assessment

The Persian version of the Foot Function Index (FFI) was used as a validated instrument to measure pain, disability, and activity limitation subscales.<sup>(17)</sup> The items were completed on a 0 (no difficulty) to 10 (severe difficulty) scale, where a higher score reflects more impairment. Pain and disability domains were both given a score of 90, and activity limitation a score of 50 at maximum. A measure of functional recovery to pre-injury level was used in the form of returning to daily and occupational activities. The FFI was chosen because of its high validity in measuring foot pain and disability in orthopedic trauma populations, and the existence of a culturally adapted Persian form.

### Statistical Analysis

Statistical comparison was performed using the SPSS software (version 26.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA). Categorical data were expressed as frequencies and percentages, whereas continuous data were expressed as mean $\pm$ SD. Repeated measures ANOVA was used to compare differences in FFI scores over

fractures have had high complication rates with attention mainly centered around infection, nonunion, and malunion, largely due to the severity of the original injury and technical requirements of the surgical fixation. Other complications of deep infection, implant failure, wound dehiscence, and post-traumatic arthritis occur often and can significantly reduce long-term function. Notably, reoperation rates remain relatively high in some series, especially with complex fracture patterns like the C3-type.<sup>(6-8)</sup> Definitive timing of surgical repair has also been a point of concern; delayed fixation techniques are being employed most commonly to facilitate resolution of soft tissue swelling and prevent infection.<sup>(9)</sup>

Variable	Category	Fracture Group (n=45)	Control Group (n=90)	p-value
Sex	Female	31(68.9%)	63(70.0%)	0.89
	Male	14(31.1%)	27(30.0%)	
Age	≥60 years	30(66.7%)	60(66.7%)	1.00
	<60 years	15(33.3%)	30(33.3%)	
BMI Classification	Normal	5(11.1%)	30(33.3%)	0.01
	Overweight	22(48.9%)	40(44.4%)	
	Obese	18(40.0%)	20(22.2%)	
Fracture Location	Within prosthesis	15(33.3%)	-	-
	At the edge of the prosthesis	20(44.4%)	-	
	Above the tip	10(22.2%)	-	
Revision TKA	Yes	7(15.6%)	0 (0%)	<0.001
Osteoporosis	Yes	3(6.7%)	1(1.1%)	0.07–0.08
Corticosteroid Use	Yes	3(6.7%)	1(1.1%)	0.07–0.08

Although conventional open reduction and internal fixation (ORIF) can achieve anatomical alignment, it is associated with increased soft tissue morbidity, which in turn raises the risk of postoperative complications.<sup>(10)</sup> Present advances in the technique of fixation, such as minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) and external fixation, are oriented towards minimizing soft tissue disruption and have been promising for enhancing patient outcomes.<sup>(11)</sup> Although other outcome measures have been employed in pilon fracture recovery assessment, such as AOFAS score and SF-36, the Foot Function Index (FFI) is a more specific measure of pain, disability, and lower limb functional limitation and is thus especially useful in postoperative foot and ankle disease tracking.<sup>(12)</sup> These surgical innovations have been paralleled by a growing emphasis on early intervention and structured postoperative rehabilitation protocols, which are critical for optimal functional recovery. But results after treatment are still extremely variable and depend upon healthcare facilities, surgical skill, and compliance with

rehabilitation guidelines. Therefore, context-specific studies are needed to identify real-world outcomes and inform practice in various clinical settings. Outcome variability is also influenced by differences in treatment protocols, patient comorbidities, and socioeconomic factors, all of which may affect access to rehabilitation services and adherence to postoperative care.<sup>(13-15)</sup>

In the face of global advances in surgical methods, few data have been reported from low- and middle-income nations like Iran on real-world results and complication rates after pilon fracture surgery. Variability in access to healthcare, surgeon expertise, and rehabilitation protocols can result in intercountry and intracountry variability in outcomes. There is also an increasing requirement for the formulation of evidence-based standardised treatment protocols to inform decision-making in these injuries, particularly within resource-constrained settings. This is the first Iranian study to measure clinical outcome after pilon fracture surgery in the context of the Foot Function Index (FFI) and to evaluate postoperative complications in all aspects under real-world circumstances. Furthermore, there is no extensive longitudinal study in Iran with patient-reported outcomes measured with valid tools at various follow-up periods following pilon surgery. In this study, the said deficiency is to be addressed through the establishment of robust clinical and functional outcome data.

## Materials & Methods

### Study Design and Setting

This prospective observational study was performed between August 2020 and March 2024 at two teaching hospitals affiliated with Isfahan University of Medical Sciences, namely Kashani Hospital and Alzahra Hospital, which are the principal referral centers for orthopedic trauma in the region. A consecutive sampling method was used to enroll all eligible patients presenting with pilon fractures during the study period. The needed sample size was 80 participants, using effect size information from prior studies, with 80% power and an alpha of 0.05, to provide adequate statistical power to detect clinically significant differences in functional outcomes.

Ethical Considerations: Written informed consent for surgery and inclusion in the study was obtained from all the participants.

### Patient Evaluation and Fracture Classification

All the patients were assessed pre-operatively by a senior orthopedic surgeon on the basis of proper

## Risk factors for Periprosthetic Fracture After Total Knee Arthroplasty

### Abstract

**Introduction:** Intra-articular pilon fractures of the distal tibia are complicated fractures with far-reaching long-term functional consequences. Despite improved surgical methods, the ideal management protocols and resulting recuperation patterns continue to be topics of recent investigation. This study aims to compare functional outcome, and rates of complications after surgical management of pilon fractures by open reduction and internal fixation (ORIF) or minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) and also to compare the effect of age on recovery and modes of complications.

**Materials & Methods:** This is a prospective observational cohort study of 183 type B or C pilon fracture patients treated at a single trauma center. The level of functional recovery 2 weeks, 6 weeks, 3 months, 6 months, and 12 months post-injury was measured by the Foot Function Index (FFI). Postoperative complications were noted, and the time to return to normal activities. Repeated-measures ANOVA was employed in the assessment of temporal changes in FFI scores.

**Results & Discussion:** There was significant improvement on all subscales of FFI during 12 months of time ( $P < 0.001$ ), with most improvement in the first 6 months. The mean duration of time to return to activity was  $25.5 \pm 7.5$  weeks. Complications were malunion (23.0%), nonunion (30.6%), deep infection (15.8%), loosening of implant (14.8%), and reoperation (36.6%). Age was correlated with increased complications. Compared with ORIF, MIPO achieved comparable 12-month functional recovery (FFI improvement) while demonstrating a lower, though not statistically significant, rate of deep infection, suggesting similar efficacy with a potential advantage in soft-tissue preservation.

**Conclusion:** Operative management of pilon fracture yields significant functional improvement, although complications are common. Prognosis depends on age. Preoperative planning should be meticulous, close observation necessary, and individualized rehabilitation in order to maximize outcome.

**Keywords:** Tibial fractures, Treatment outcomes, Fracture healing

Accepted: 32 days before printing

Mehdi Motiffard, MD<sup>1</sup>, Mehdi Hadian, MD<sup>1</sup>, Alireza Assadi, MD<sup>2</sup>, Seyed Mohammadreza Zamanian, MD<sup>2</sup>

1. Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

2. MD, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Corresponding Author:  
Mehdi Hadian, MD  
Email:  
m.hadian72@gmail.com

### Introduction

Total knee arthroplasty (TKA) has emerged as a prevalent and effective surgical intervention for patients suffering from advanced knee osteoarthritis, addressing debilitating pain and improving mobility.<sup>(1, 2)</sup> The rising life expectancy and aging population have contributed significantly to the increase in TKA procedures worldwide, which are projected to continue on this upward trajectory. While TKA is associated with favorable long-term outcomes for many patients, complications such as periprosthetic fractures present daunting challenges, particularly for elderly and osteoporotic individuals<sup>(3, 4)</sup>

Periprosthetic fractures, defined as those occurring around or adjacent to the implanted knee prosthesis, predominantly affect the distal femur, tibia, or patella.<sup>(2, 5)</sup> The incidence of these fractures varies widely among different populations and clinical scenarios, with rates between 0.3% and 2.5% after primary TKA and escalating dramatically to 38% after revision procedures. This trend aligns with the growing number of TKA surgeries performed globally, raising concerns that the burden of periprosthetic fractures will increase concomitantly.<sup>(6-8)</sup>

Several risk factors contribute to the likelihood of sustaining periprosthetic fractures, including advanced age, osteoporosis, prior fractures, rheumatoid arthritis, and chronic corticosteroid use.<sup>(9-11)</sup> Osteoporosis is particularly



---

# *Iranian Journal of Orthopaedic Surgery*

---

Volume 23, Number 4, Autumn 2025  
ISSN Print 1735-2967, online 1735-2967

(Serial Number 91)

## **Content**

- Risk factors for Periprosthetic Fracture After Total Knee Arthroplasty .....165**  
Mehdi Motififard, MD, Mehdi Hadian, MD, Alireza Assadi, MD, Seyed Mohammadreza Zamanian, MD
- Outcome of Dual Mobility in Primary Total Hip Arthroplasty .....173**  
Mehdi Hadian, MD, Mehdi Motififard, MD, Alireza Assadi, MD, Mohammad Parhamfar, MD,  
Maryam Karimi, MD
- Functional Recovery and Complication Patterns After Surgical Treatment of Pilon Fractures (A 12-Month Prospective Study) .....180**  
Shirvan Rastegar, MD, Mehdi Hadian, MD, Mehdi Motififard, MD, Alireza Assadi, MD, Zeinab Saeidian, MD,  
Farshad Jalili, MD
- Initial Treatment of Knee Traumatic Dislocation (A Cross-Sectional Study) .....189**  
Mojtaba Baniasadi, MD, Mehdi Hadian, MD, Mohammad Rostami, MD, Alirza Assadi, MD, Shahryar  
Rahmani, MD
- The Frequency of Growth Plate Fractures Requiring Surgery in Children Under 12 Years of Age (A retrospective study in a Tertiary Hospital) .....194**  
Shahab Eilka, MD, Afshin Ahmadzadeh Heshmati, MD, Amirreza Mirzaei Soosfidi, MD, Mahsa Aboie, MD
- Total Knee Arthroplasty in Patients with Extra-articular Deformities (Challenges, Techniques, and Outcomes) .....198**  
Mohammad Azizi, MD, Hooshmand Zarei, MD, Mahyar Mahdavi, MD, Seyed Mohammadmisagh Moteshakereh,  
MD, Miad Nosratpour, MD, Mana Zaker Moshfegh, MD, Hamidreza Mosleh, MD, Seyed Morteza Kazemi, MD
- Effect of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on Knee Osteoarthritis Symptoms (A Systematic Review and Meta-analysis) .....210**  
Fariba Moradi, Mansour Sahebozamani, MD, Saeid Bahiraei, MD
- Management of Infected Both-Bone Forearm Nonunion with Ulnar Plating and Radial Onlay Bone Graft A Case Report) .....220**  
Reza Babaei, MD, Mina Gharibi, MD, Ayda Karami, MD, Seiied Hossein Heidari, MD

The software used for statistical analyses and description of the actual method should be mentioned.

Results should be presented in chronological sequence in the text, table, and illustration. Organize the results according to their importance. They should be based on your own findings.

Tables and illustrations must be cited in order which they appear in the text using Arabic numerals. Tables should be simple and should not duplicate information in the text of the paper. Figures should be provided only if they add further information. For radiographic films, scans, and other diagnostic images, as well as pictures of pathology specimens or photomicrographs, send high resolution figures in JPEG or Bitmap format. Type legends for illustrations on a separate page, and explain the internal scale and identify the method of staining in photomicrographs. Arrows should be placed for specific sections of pathology figures and radiographs.

Discussion should challenge the findings of the study with other available evidence in the form of arguments and counterarguments. It should also emphasize the new and important aspects of the study and the conclusions that follow them. Possible mechanisms or explanations for these findings should be explored. The limitations of the study and the implications of the findings for future research or clinical practice should be explored.

Conclusion should state the final result and recommendations that the author(s) has (have) reached. Such results and recommendations should be derived from the existed study and the results of other studies should not be stated in this section.

Supplementary Materials such as movie clips, questionnaires, etc., may be published on the online version of the journal.

Any technical, general, financial, and material support or contributions that need acknowledging but do not justify authorship, can be cited at the end of the text as Acknowledgments.

References should be compiled numerically according to the order of citation in the text in Vancouver style. The numbers of references should preferably not exceed 40 for original articles, 15 for brief, and 10 for case reports.

For the references credited to more than 6 authors please provide the name of the first six authors and represent the remaining authors by the phrase "et al."

For various references please refer to "the NLM style guide for authors, editors, and publishers". (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7256/>)

Listed below are sample references.

#### Journal Article:

- Gaydoss A, Duysen E, Li Y, Gilman V, Kabanov A, Lockridge O, et al. Visualization of exogenous delivery of nanoformulated butyrylcholinesterase to the central nervous system. *Chem Biol Interact.* 2010;187:295-8. doi: 10.1016/j.cbi.2010.01.005. PubMed PMID: 20060815; PubMed Central PMCID: PMC2998607.

- Javan S, Tabesh M. Action of carbon dioxide on pulmonary vasoconstriction. *J Appl Physiol.* In press 2005

#### Complete Book:

- Guyton AC: *Textbook of Medical Physiology.* 8th ed. Philadelphia, PA, Saunders, 1996.

#### Chapter in Book:

- Young VR. The role of skeletal muscle in the regulation of protein metabolism. In Munro HN, editor: *Mammalian protein metabolism.* Vol 4. San Diego; Academic; 1970. p. 585-674.

#### Language and Style:

Contributions should be in either American or British English. The text must be clear and concise, conforming to accepted standards of English style and usage. Non-native English speakers are advised to seek professional help with the language. However, the Journal is ready to collaborate to translate accepted Persian articles to English for a limited time.

All materials should be double-spaced and pages should be numbered. Abbreviations should be standard and used just in necessary cases, after complete explanations in the first usage. The editorial office reserves the right to edit the submitted manuscripts in order to comply with the journal's style. In any case, the authors are responsible for the published material.

**Correction of Errata:** The journal will publish an erratum when a factual error in a published item has been documented.

For further information please contact the Editorial Office:

**Address: 94, 6<sup>TH</sup> Floor, Keshavarz Blvd., Tehran, 14166, Iran**

**Tel: +98 21 88966583– +98 21 88983609**

**Fax: +98 21 88983610**

**Brief reports:** Should contain a non-structured abstract, 3-5 keywords, introduction, materials (patients) and methods, results, discussion, conclusion, acknowledgement (if applicable), and references sections, and maximum 2 tables and figures. However, the word count should not exceed 2000 words. 10-15 references should be stated. Case reports: Should contain a non-structured abstract, 3-5 keywords, introduction, case presentation, discussion, conclusion, acknowledgement (if applicable), and references sections, and maximum 1 table and maximum 3 figures. 5-10 references should be stated. Case reports should optimally be accompanied by relevant figures to document findings. Informed consent should be obtained from patients to report their cases. This Journal keeps the right to ask for the original signed informed consents.

**Review articles:** -Narrative reviews- Should contain at least 60 references. Abstract should be non-structured. The word count should not exceed 4500 words. Narrative reviews should critically assess the current knowledge of the field.

-Systematic reviews- Systematic reviews of RCTs or Observational Studies will be accepted by the Journal. The protocol of the study should adhere to PRISMA or MOOSE guidelines for systematic reviews of RCTs or Observational Studies, respectively. Up to 40 references can be stated. Abstracts should be structured.

**Letters to the Editor:** Letters should be less than 750 words. Letters discussing articles published in the IJOS should be submitted at most within 6 months after the publication of the main article. Letter will undergo peer review and will be edited for clarity. Up to 5 references should be stated.

**Photoclinics:** Figures that contain a significant medical point can also be accepted. Photoclinics should contain one or two high quality figures and a description of the figures no more than 500 words. Up to 5 references should be stated.

**Paper Preparations:** Cover letter should contain the rationale of performing the research and selecting the IJOS as well as a statement that you will not resubmit your article to another journal until the reviewing process will be completed. Also please indicate whether the authors have published or submitted any related papers from the same study.

Title Page of the article should include 1) the title of the article; 2) authors' names; 3) name of the institution where the work was done; 4) running title (short form of the main title presented on the top of published pages); and 5) complete mailing address, telephone/fax numbers, and email address of the corresponding author. This page is not numbered.

What's Known and What's New boxes should contain at most 50 words stating the current knowledge on the topic of your article according to previous studies (what's known), and the novel points/results that your article adds to the literature (what's new).

Abstract should be structured for original articles providing the background/objective of the study, methods, results, and conclusion. It should not exceed 250 words altogether. Number this page as page 1. Abstracts of other types of contributions should be non-structured providing the essential information.

When abstracting a review article, a concise summary of the salient points should be addressed.

Preferably, abbreviations should not be mentioned in the abstract.

Keywords are used for indexing purposes; each article should provide three to five keywords selected from the Medical Subject Headings (MeSH) <http://www.nlm.nih.gov/mesh/>.

Introduction should contain a short background of previous studies and possible gaps in the literature and specify the purpose and objective of the study or observation.

Methods section must indicate clearly the steps taken to acquire the data. Be sure that it includes only information that was available at the time the plan or protocol for the study was written. It should be detailed (including: controls, inclusion and exclusion criteria, etc) and may be separated into subsections. Repeating the details of standard techniques is best avoided.

For reports of randomized controlled trials, authors should refer to the CONSORT statement (<http://www.consort-statement.org/>). RCTs should be registered at any RCT registries approved by the WHO and their registration number should be mentioned in the title page. RCTs done in Iran must be registered at [www.irct.ir](http://www.irct.ir).

Reporting guidelines such as STROBE, STARD, and PRISMA would help report high quality research and to provide all required information and evidence for related methodology. EQUATOR Network website would help you in using these guidelines.

**Authorship:** According to the *Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing and Publication of Scholarly Work in Medical Journals*, released by the ICMJE, an “Author” is generally considered to be someone who simultaneously meets the following conditions 1, 2, 3, and 4.

1-Substantial contributions to the conception or design of the work; or the acquisition, analysis, or interpretation of data for the work; AND

2-Drafting the work or revising it critically for important intellectual content; AND

3-Final approval of the version to be published; AND

4-Agreement to be accountable for all aspects of the work in ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

**Conflict of Interest:** We request all authors and reviewers to inform us about any kinds of “Conflict of Interest” (such as financial, personal, political, or academic) that would potentially affect their judgment. Authors are preferably asked to fill the uniform disclosure form available through:  
([http://www.icmje.org/coi\\_disclosure.pdf](http://www.icmje.org/coi_disclosure.pdf))

**Plagiarism:** Authors are not allowed to utilize verbatim text of previously published papers or manuscripts submitted elsewhere. COPE’s flowcharts and guidelines are approached in cases in which plagiarism is detected.

**Data Fabrication/Falsification:** Falsification is the practice of omitting or altering research materials, data, or processes so that the results of the research are no longer accurately reflected. Fabrication is the practice of inventing data or results and reporting them in the research. Both of these misconducts are fraudulent and seriously alter the integrity of research. Therefore, articles must be written based on original data and use of falsified or fabricated data is strongly prohibited. COPE’s flowcharts and guidelines are approached in cases in which any of these two misconducts is detected. Researchers who perform randomized controlled or clinical trials (RCTs) are advised to keep their original data at hand. The Journal keeps the right to ask for raw data even after publication.

**Image Manipulation:** The IJOS encourages authors to send their original images. All digital images in manuscripts accepted for publication will be checked for inappropriate manipulation. No specific feature within an image may be enhanced, obscured, moved, removed, or introduced. Adjustments of brightness, contrast, or color balance are acceptable as long as they are applied to the entire image and do not misrepresent any information present in the original, including the background. The editors will request the original data from the authors to compare the manipulated figures in cases suspected of inappropriate manipulation.

**Copyright:** If a manuscript contains any previous published image or text, it is the responsibility of the author to obtain authorization from copyright holders. The author is required to obtain and submit the written original permission letters for all copyrighted material used in his/her manuscripts.

**Retraction Policy:** The IJOS uses the COPE flowchart for retraction of a published article to determine whether a published article should be retracted.

#### Requirements for Different Types of Articles

**Original articles:** Should contain a structured abstract, 3-5 keywords, introduction, materials (patients) and methods, results, discussion, conclusion, acknowledgement (if applicable), and references sections, and maximum 4 tables and 4 figures. The length should not exceed 3500 words excluding the references, abstract, figures and tables. 15-40 references should be stated for original articles.

**Clinical trials:** The format is similar to original articles. However, the CONSORT flow diagram should be added as a figure. RCTs should be registered at any RCT registeries approved by the WHO and their registration number should be mentioned in the title page. RCTs done in Iran must be registered at [www.irct.ir](http://www.irct.ir).

## Authors Guideline

### Instructions to Authors

**Aim and Scope:** The “Iranian Journal of Orthopaedic Surgery” (IJOS) is the official scientific quarterly publication of Iranian Orthopaedic Association. Contributions from national and international researchers are welcome and are considered on their merits. Submitted manuscripts must be written in English. Authors are advised to follow the “Instructions to Authors” while submitting their manuscripts. Manuscripts are subjected to primary screening by the Editor and then to blinded peer review by experts in the field and a final decision will then be made by the Editor. Papers are assessed according to the quality and relevance of the work, not by the country of origin, the reputation of the author, or the fame of the department. Our aim is to publish the best articles available in the field of orthopaedic surgery from anywhere in the world. This Journal accepts Original articles, Review articles (Systematic and Narrative), Short Communications, Case Reports, and Letters to the Editor in the field of Orthopaedic Surgery.

**Editorial Independence:** Although the IJOS is sponsored financially by the Iranian Orthopedic Association, it benefits from editorial freedom. The Editor evaluates and accepts articles based only on significance, originality, validity, and adherence to the aims and scope of the journal.

Our editorial policy is consistent with the principles of editorial independence presented by the World Association of Medical Editors (WAME).

[http://www.wame.org/policy-statements#Relationship between Editors and Owners](http://www.wame.org/policy-statements#Relationship%20between%20Editors%20and%20Owners)

Submission Process:

Manuscripts should be sent through the online submission system:

([https://ijos.ir/form\\_send\\_article.php?slc\\_lang=en&sid=1](https://ijos.ir/form_send_article.php?slc_lang=en&sid=1))

**Scientific and Initial Screening:** IJOS staff would check the structure and content of manuscripts to ensure compliance with standard structures (based on the type of study), the Journal’s scope, standard guidelines, quality, novelty, and adherence to ethical issues. In this step, articles would be screened in the shortest possible time. This step helps the Editorial Board and the Editor to make fair final decisions, and improves the final quality of published articles.

**Peer Review Process:** Submitted articles are primarily evaluated for any methodological flaws, format, and their compliance with the Journal’s instructions. Through a double-blind review, the articles will be reviewed by at least two external (peer) reviewers. Their comments will be passed to the authors and their responses to the comments along with the reviewers’ comments will then be evaluated by the Editor-in-Chief. The final review process will be discussed in regular editorial board sessions and on the basis of the comments, and the Journal’s standards, the Editor-in-Chief will decide which articles should be published.

It should be noted that articles submitted by the staff and editors of the IJOS will also be subjected to peer review and the authors will be completely blind to the evaluation process of their article until a final decision has been made.

**Ethical Considerations:** The journal follows the flowcharts and guidelines of the Committee on Publication Ethics (COPE) in confronting any ethical misbehavior. The Journal also follows the guidelines mentioned in the Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing and Publication of Scholarly Work in Medical Journals issued by the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE)

(<http://www.icmje.org/#privacy>).

Human and Animal Rights:

Studies that involve human beings (or animals) must adhere to the principles of the Declaration of Helsinki.

**Informed Consent:** All patients and participants in a study should be thoroughly informed about the aims of the study and any possible side effects of the drugs and interventions. Written informed consent from the participants or their legal guardians is necessary for any such studies. The Journal reserves the right to request the related documents. Articles that require informed consent should contain related statement in the “Method” section.



انجمن جراحان ارتوپدی ایران  
Iranian Orthopaedic  
Association

# Iranian Journal of Orthopaedic Surgery

Volume 23, Number 4, Autumn 2025  
ISSN Print 1735-2967, online 1735-2967

(Serial Number 91)

**A Publication of:** Iranian Orthopaedic Association

**Chairman:** Aalami Harandi B, MD

**Editor-in-Chief:** Shahcheraghi Gh, MD, FRCS(C)

**Deputy Editor:** Ahmadi A, MD

**Co-Editor:** Javid M, MD

**Deputy Co-Editor:** Shahrezaei M, MD

**Iranian Orthopaedic Association Board Members:**

Ebrahimpour A, MD

Fakoor M, MD

Golbakhsh M, MD

Moradi R, MD

Mortazavi SMJ, MD

Naderi M, MD

Razi M, MD

## Editorial Board:

Abdolahzadeh Lahiji F, MD. IR

Abrisham SMJ, MD. IR

Abrishami S, MD. IR

Afshar AR, MD. IR

Ahmadi A, MD. IR

Akbarnia B, MD. USA

Alami Harandi B, MD. IR

Badizadeh K, MD. IR

Baghdadi T, MD. IR

Birch J G, MD. USA

Dimeglio A, MD. Fr

Ebrahimpour A, MD. IR

Esmaeileijah AA, MD. IR

Fakour M, MD. IR

Gharehdaghi M, MD. IR

Ghazavi MT, MD, FRCS(C). IR

Hajjalilo Sami S, MD. IR

Hassan Darwish M, MD. OM

Hesaraki S, PhD. IR

Javid M, MD. IR

Karimi Mobarakeh M, MD. IR

Kazemi SM, MD. IR

Makhmalbaf H, MD. IR

Mehdian H, MD. UK

Mehdinasab A, MD. IR

Mirzatolooei F, MD. IR

Mojtahed Jaberi F, MD. IR

Mortazavi SMJ, MD. IR

Motifard M, MD. IR

Mozafarian K, MD. IR

Narvani A, MD. IR

Navali AM, MD. IR

Parvizi J, MD, FRCS. USA

Razi M, MD. IR

Saied AR, MD. IR

Shahcheraghi Gh, MD, FRCS(C). IR

Shahrezaei M, MD, IR

Sharifi H, MD. IR

Shayesteh Azar M, MD. IR

Siavashi B, MD. IR

Tahmassebi MN, MD. IR

Zamanian A, PhD. IR

Zarezadeh A, MD. IR

## Advisory Committee (For this issue):

Mojtahed Jaberi F, MD

Jafari Zare MA, MD

Mirzatolooei F, MD

Elmi A, MD

Sadeghifar AR, MD

Ghazavi MT, MD

Ebrahimpour A, MD

Ahmadi A, MD

**Executive Manager:** Sohrabi M, PhD

**Officer Chief & Co-ordinator:** Kojuri Sh

## Editorial Office:

94, 6<sup>th</sup> Floor, Keshavarz Blvd., Tehran, 14166, Iran

Tel: 00 98 21 88966583 – 88983609

Fax: 00 98 21 88983610

E-mail: [ijosjournal@yahoo.com](mailto:ijosjournal@yahoo.com)/Website: [www.ijos.org](http://www.ijos.org)

## Iranian Journal of Orthopaedic Surgery is indexed in the following databases:

- Index Copernicus.
- Open J-Gate, Google Scholar.
- Electronic Journal Library
- Gale Databases
- ISC (Islamic World Science & Technology Monitoring & Citation Institutes)
- EMR Medex (Indexing Biomedical Journals Published in Islamic Countries)
- SID Magiran
- Barakatkn
- MedLib
- RICEST