

## 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 نسخه‌ی 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>(۳۱)</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>(۳۲)</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 (٪۶۰/۰)
	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  $p < ۰/۸۰$  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:

پرخاطر 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 پرخاطر، 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.