

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 روشنگ مرادی

دکتر محمدجواد مرتضوی

دکتر محمد نصیر نادری

مشاوران (این شماره):

دکتر عزیز احمدی

دکتر امیررضا صادقی فر

دکتر فریور عبدالله زاده لاهیجی

دکتر محمدرضا آذرپیرا

دکتر علیرضا غزنوی

دکتر حسن قندهاری

دکتر محمدحسین کمالی نیا

دکتر سلمان آذر سینا

دکتر امیرحسین غزاله

هیئت تحریریه: دکتر عادل ابراهیم پور، دکتر سید محمدجلیل ابریشم، دکتر سعید ابریشمی، دکتر عزیز احمدی، دکتر علی اکبر اسماعیلی چاه، دکتر بهادر اعلمی هرندی، دکتر احمدرضا افشار، دکتر بهروز اکبرنیا، دکتر کامران بدیع زاده، 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 زارع زاده، 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 عبدالله زاده لاهیجی، دکتر محمد فکور، دکتر محمد قره داغی، دکتر محمدتقی قضاوی، دکتر سید مرتضی کاظمی، دکتر محمود کریمی مبارکه، دکتر فریدون مجتهد جابری، دکتر هادی مخملباف، دکتر سید محمدجواد مرتضوی، دکتر مهدی مطیفی فرد، دکتر کامران مظفریان، دکتر حسین مهدیان، دکتر عبدالحسین مهدی نسب، دکتر فریدین میرزا طلوعی، دکتر علی نارونی، دکتر امیرمحمد نوالی.

مدیر اجرایی: دکتر مهری سهرابی

مشاور اجرایی: دکتر نگین خشنود

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)
- Barakatksn
- RICeST

شمارگان: ۱۲۰۰

لینوگرافی: شیراز اسکندر

چاپ: مصطفوی

نشانی دفتر مجله: تهران - بلوار کشاورز - روبروی بیمارستان ساسان

ساختمان ۹۴ - طبقه ششم، واحد ۱۲، کدپستی ۱۴۱۶۶

تلفن ۸۸۹۶۶۵۸۳، ۸۸۹۸۳۶۰۹، نامبر ۸۸۹۸۳۶۱۰

E-mail: anjoman@iranoa.org 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

هرکدام 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>



مولفین مدعو این جلد: دانشگاه علوم پزشکی مازندران و دانشگاه علوم پزشکی بابل



مولفین مدعو این جلد: دانشگاه علوم پزشکی مازندران و دانشگاه علوم پزشکی بابل

### فهرست

- ۱۱۹..... بررسی نتایج آرتروپلاستی بای پولار مفصل هیپ در میان مدت .....  
دکتر مسعود شایسته آذر، دکتر مصطفی کلتنه، دکتر مسعود غریب، دکتر جمشید یزدانی چراتی
- ۱۲۷..... مرگومیر پس از جراحی شکستگی‌های اینتر تروکانتریک در یک سال (یک مطالعه گذشته‌نگر).....  
دکتر شاهین طالبی، دکتر مسعود شایسته آذر، دکتر سلمان غفاری، دکتر مهران رضوی پور،  
دکتر عبدالرسول علایی، دکتر رضا زندی، دکتر حسن حیدریان  
تأثیر جراحی ارتوپدی در سینماتیک راه رفتن، تعادل وضعیتی و سرعت راه رفتن
- ۱۳۴..... در کودکان مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک: رویکردی چندبعدی .....  
دکتر خدیجه کاظمی، دکتر مسعود شایسته آذر، مرضیه مرادی، میثم نظام‌الدینی، دکتر مسعود غریب
- ۱۴۰..... بررسی تأثیر پوزیشن لگن بر **Pelvic incidence** .....  
دکتر سعید احمدی، دکتر مانی فلسفی، دکتر ناصر قایمیان، دکتر هدی شیرافکن دکتر امیر محمود افشار
- ۱۴۵..... بررسی ارتباط معیارهای رادیوگرافیک پیش از جراحی با میزان آزادسازی مدیال در عمل تعویض مفصل زانو.....  
دکتر سلمان غفاری، دکتر مسعود شایسته آذر، دکتر مهران رضوی پور، دکتر شاهین طالبی، دکتر شایان امجدی
- ۱۵۲..... داربست‌های مورد استفاده در مهندسی بافت: مروری بر دستاوردها چالش‌ها (مقاله مروری).....  
محمد حسین شمس، آذین عطابخش، محمدرضا صفری
- ۱۶۰..... پیامدهای مصرف طولانی مدت داروهای کورتیکواستروئید بر سیستم اسکلتی عضلانی (مقاله مروری).....  
دکتر عبدالسلام رزاقی، دکتر سینا اسماعیلی، دکتر محمد آیتی فیروزآبادی، دکتر پویا طباطبایی ایرانی،  
دکتر حامد نقی زاده، دکتر سیدمحمدجواد مرتضوی
- ۱۶۷..... شکستگی استرسی دوطرفه دیستال فمور (گزارش موردی).....  
دکتر مهران رضوی پور، دکتر سلمان غفاری، دکتر سینا زمانی

## بررسی نتایج آرتروپلاستی بای پولار مفصل هیپ در میان مدت

### چکیده:

**مقدمه:** آرتروپلاستی به عنوان یک گزینه درمانی، به‌طور گسترده‌ای در بیماران مسن مبتلا به شکستگی گردن استخوان فمور مورد حمایت قرار گرفته است هر چند نوع آرتروپلاستی هنوز مورد بحث است.

**مواد و روش‌ها:** این مطالعه به منظور ارزیابی نتیجه عملکردی همی آرتروپلاستی دوقطبی (BHA) انجام شد. ۴۹ بیمار با شکستگی داخل کپسولی گردن فمور که با BHA جراحی شده بودند وارد مطالعه شدند. پیگیری بالینی و رادیولوژیک انجام شد. نتایج عملکردی با استفاده از نمره هریس هیپ اصلاح شده ارزیابی شد.

**نتایج و بحث:** در مطالعه حاضر ۹ بیمار (۱۸/۴٪) زیر ۶۰ و ۴۰ بیمار (۸۱/۶٪) سن بالای ۶۰ سال داشتند. در گروه >۶۰ سال، ۶۶/۷٪ مرد و ۳۳/۳٪ زن و در گروه ≤ ۶۰ سال، ۴۵٪ مرد و ۵۵٪ زن بودند. میانگین دوره پیگیری در افراد >۶۰ سال ۴۸/۶۶ ماه و در افراد ≤ ۶۰ سال ۴۶/۶۰ ماه بود. اختلاف میانگین نمره هریس بین دو گروه به‌طور حاشیه‌ای معنی‌دار بود (p=۰/۰۶). در طبقه‌بندی عملکرد بر اساس نمره هریس هیپ در افراد >۶۰ سال ۵۵/۶٪ عملکرد ضعیف، ۳۳/۳٪ نسبتاً خوب و ۱۱/۱٪ خوب را نشان دادند. این نسبت‌ها در افراد ≤ ۶۰ سال به ترتیب ۸۵٪، ۷/۵٪ و ۷/۵٪ بود.

**نتیجه‌گیری:** مطالعه حاضر نتوانست یک پیامد عملکردی رضایت‌بخش را پس از BHA در درازمدت مشاهده کند؛ بنابراین ارزیابی عملکرد هیپ و دلایل آن‌ها در بیماران تحت BHA در درازمدت نکته ایست که نیاز به بررسی دارد. فرسایش استابولوم متعاقب BHA شاید دلیل احتمالی عملکرد نسبتاً ضعیف در این بیماران در درازمدت باشد.

**واژگان کلیدی:** شکستگی‌های گردن فمور، همی آرتروپلاستی، ارزیابی نتایج

پذیرش مقاله: ۴۳ روز قبل از چاپ

دکتر مسعود شایسته آذر،<sup>۱</sup> دکتر مصطفی کلت،<sup>۱</sup> دکتر مسعود غریب،<sup>۲</sup> دکتر جمشید یزدانی چراتی

### مقدمه

شکستگی گردن استخوان ران آسیب‌های ناتوان‌کننده‌ای است که معمولاً به دلیل کیفیت پایین استخوان در جمعیت سالمندان تأثیر می‌گذارد<sup>(۱-۳)</sup> و این امر به عنوان یک چالش برای سیستم مراقبت‌های بهداشتی و جامعه محسوب می‌شود<sup>(۴-۶)</sup>. درمان موثر باعث شده که امید به زندگی، هر دهه روند افزایشی داشته باشد<sup>(۷)</sup>. با این حال، بسیاری از شکستگی‌ها جایجا شده و عمدتاً در بیماران زن مسن رخ می‌دهد. در بیماران مسن پوکی استخوان شایع‌تر است. علی‌رغم ماهیت این شکستگی‌ها، هنوز تفاوت شگفت‌آوری در نتایج درمان این بیماران وجود دارد. این شکستگی‌ها همیشه چالش‌های بزرگی را برای جراحان ارتوپدی ایجاد کرده است. این بیماران هم‌چنین با بسیاری از بیماری‌های هم‌زمان مانند فشار خون بالا، مشکلات قلبی، دیابت و زوال عقل همراه هستند. این همراه با بی‌حرکتی طولانی مدت به دلیل شکستگی منجر به افزایش عوارض و مرگ و میر می‌شود. از این رو انجام سریع جراحی در این شکستگی‌ها ضروری است<sup>(۸)</sup>. برای بازتوانی و بازگرداندن بیمار به زندگی عادی خود بعد از جراحی نیز نیاز به داشتن برنامه مدون و هدف‌دار است. لذا بررسی نتایج تعویض مفصل بر طبق استاندارد‌های بین‌المللی به عنوان یک ضرورت احساس می‌شود<sup>(۹)</sup>. نحوه انتخاب نوع و اندازه وسایل مصرفی نیز میتواند متاثر از خصوصیات ارتنی و نژادی استخوان و مفاصل باشد که متعاقباً ممکن است روی نتایج بلندمدت تعویض مفاصل اثر بگذارد. از طرفی شناخت بهتر نقاط ضعف و قوت و نیز درک بهتر از عوارض احتمالی ما را در ارائه خدمات بهتر و اعمال جراحی موفق‌تری می‌کند<sup>(۱۰)</sup>. لذا بررسی نتایج تعویض مفاصل و بومی‌سازی آن بر طبق استاندارد‌های بین‌المللی به عنوان یک ضرورت احساس می‌شود<sup>(۱۱)</sup>. آرتروپلاستی به عنوان یک روش استاندارد درمان بیش از استئوسنتز برای شکستگی گردن استخوان ران در بیماران گروه سنی پیری (< ۶۰ سال) پذیرفته شده است تا باعث تحرک زودرس و تحمل وزن شود. این امر به کاهش بیماری‌های ثانویه پس از بستری شدن کمک می‌کند<sup>(۱۲)</sup>. نتایج موفقیت‌آمیز طولانی مدت پس از آرتروپلاستی کامل مفصل هیپ<sup>۱</sup> (THA) منجر به افزایش انجام THA در سه دهه گذشته شده است<sup>(۱۳)</sup>.

۱. گروه ارتوپدی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران  
۲. گروه پزشکی اجتماعی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

نویسنده مسئول:  
دکتر مصطفی کلت

Email address:  
mostafakalteh55@gmail.com

### ابزار مطالعاتی

در مطالعه حاضر از سیستم امتیازدهی هریس (HHS) به عنوان ابزار مطالعاتی استفاده شد. HHS یک معیار برای بررسی اختلال عملکرد است. بنابراین هرچه امتیاز بالاتر باشد، نتیجه بهتری برای فرد به دست می‌آید. نتایج را می‌توان بصورت آنلاین ثبت و محاسبه کرد. حداکثر نمره ۱۰۰ است. نتایج را می‌توان با موارد زیر تفسیر کرد:

- $\leq 70$  نتیجه ضعیف
- $70-80 =$  عادلانه
- $80-90 =$  خوب
- $90-100 =$  عالی

در روش ارزیابی هریس قسمت‌های متعددی مورد سوال قرار گرفته اند از جمله:

۱. میزان درد بعد از عمل
۲. میزان لنگش
۳. مسافت قابل طی کردن
۴. میزان پله بالا و پایین رفتن
۵. توانمندی در پوشیدن جوراب و کفش
۶. مقدار و نوع حمایت و استفاده از وسیله کمکی حین راه رفتن

در قسمت جراح محور سوال از دامنه حرکت هیپ هم مورد اندازه گیری قرار گرفت. برای هر معیار نمره بندی در نظر گرفته شده و در نهایت مجموع آنها به عنوان نمره ارزیابی هریس در تحلیل آماری استفاده شد. در این مطالعه از نمونه فارسی شده ارزیابی هریس توسط انجمن ارتوپدی ایران استفاده گردید. نتیجه هرکدام از سوالات مربوطه نمره بندی و مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

### تجزیه و تحلیل آماری

پس از استخراج اطلاعات لازم از پرونده بیماران عمل شده و طبقه بندی دموگرافیک از نظر توزیع سن و جنس و طرف عمل شده و علت بیماری و عوارض احتمالی در حین بستری و تا یکسال بعد از عمل جراحی استخراج و در نهایت میزان رضایتمندی بیماران با استفاده از معیار هریس به صورت داده های گردآوری شده در فرم های پرسشنامه مخصوص فارسی شده هریس ثبت شدند و با استفاده از نرم افزار آماری SPSS۲۰ تجزیه و تحلیل شد. برای تجزیه و تحلیل داده ها از آزمون آماری - independent t test استفاده و مورد قضاوت آماری قرار گرفت.

### نتایج

مطالعه حاضر که با هدف بررسی نتایج آرتروپلاستی بای پولار مفصل هیپ انجام شد در مجموع ۵۰ بیمار وارد مطالعه شدند که یک بیمار در طول دوره پیگیری از دست رفته و آنالیز نهایی بر روی ۴۹ بیمار انجام شد. ۲۴ (۴۹٪) بیمار مرد و ۲۵ (۵۱٪) زن بودند. در ۲۱ (۴۲/۹٪) بیماران استخوان سمت راست و در ۲۸ (۵۷/۱٪) بیماران استخوان سمت چپ دچار شکستگی شده بود. میانگین سنی افراد شرکت کننده در

جراح همیشه باید در برنامه ریزی جراحی خود، THA را به ویژه برای بیماران جوان و فعال را در نظر بگیرد. تلاش های بسیاری برای بهبود و سهولت THA انجام شده است<sup>(۱۴)</sup>.

با این وجود این مسئله در مورد انتخاب روش به عنوان آرتروپلاستی مفصل ران هنوز حل نشده است و دارای مزایا و معایب خاص خود در کارآزمایی بالینی مختلف است<sup>(۱۵-۲۱)</sup>. مطالعات جدید حاکی از آن است که نسل فعلی آرتروپلاستی های بای پولار نسبت به روش های قبلی دارای شیوع کمتر عارضه protrusio acetabuli است. با این حال، برخی از پژوهشگران دریافته اند که سطح تحمل کننده داخلی ممکن است دوام نیاورد و همه آرتروپلاستی های بای پولار از لحاظ عملکردی به نوع یونی پولار تبدیل می شوند<sup>(۲۲)</sup>.

این مطالعه با هدف بررسی تأثیر آرتروپلاستی بای پولار بر عملکرد این مفصل با رویکرد بالینی در بیماران مبتلا به شکستگی گردن استخوان ران انجام شد و در آن از یک سو میزان تاثیر این نوع جراحی در بهبود درد و افزایش فعالیت و کیفیت روزمره بیماران پرداخته شد و از سوی دیگر عوارض جراحی بعد از عمل و در طول پنج سال بعد از جراحی بررسی گردید.

### مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر، یک مطالعه کوهورت بود که به منظور بررسی نتایج عمل های جراحی تعویض بای پولار مفصل هیپ (ران) انجام شد. این مطالعه به صورت گذشته نگر (کسب اطلاعات پرونده بیماران) و آینده نگر در ارزیابی عملکرد بیماران و نتیجه آرتروپلاستی صورت گرفت. در این مطالعه کلیه بیمارانی که از ابتدای سال ۱۳۹۵ تا کنون به صورت اولیه تحت عمل جراحی تعویض بای پولار در بخشهای ارتوپدی بیمارستان های آموزشی دانشگاه های بابل و مازندران (بیمارستان های بوعلی و امام خمینی (ره) ساری) قرار گرفته بودند به عنوان نمونه انتخاب گردیدند. لذا در حجم نمونه بکار رفته تمامی بیماران عمل شده شرکت داده شدند که برای بیماران سالهای گذشته اجباراً ماخذ اطلاعات پرونده بیماران بود و فرمهای هریس نیز برای آنها در درمانگاه در حین مراجعه و یا پس از تماس و دعوت از آنها به درمانگاه تکمیل و بیماران ارزیابی شد. با توجه به نگرانی از تورفتگی پروتز، رادیوگرافی از لگن انجام شد و نتایج آن با رادیوگرافی اولیه مقایسه گردید. این مطالعه بر اساس دستورالعمل اعلامیه هلسینکی انجام شد. رضایت نامه آگاهانه کتبی از همه شرکت کنندگان اخذ شد.

طرح فوق با کد IR.MAZUMS.IMAMHOSPITAL.REC.۸۷۴۹.۱۴۰۰ در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی مازندران مورد تصویب قرار گرفت. افرادی که حداقل یکسال از زمان جراحی آن ها گذشته بود و صرفاً در دو مرکز فوق جراحی شده بودند وارد مطالعه شدند و بیمارانی که به هر دلیلی برای بار دوم یا چندم عمل می شدند و بیمارانی که به هر دلیل ارزیابی آنها کامل نبود از مطالعه حذف شدند.

مطالعه حاضر  $11/88 \pm 68/73$  سال (محدوده سنی ۹۸-۴۰ سال) و میانگین مدت زمان پیگیری  $25/21 \pm 46/97$  ماه (محدوده ۹۳-۹ ماه) بود. بیماران بر حسب سن در ۴ گروه کمتر از ۶۰ سال، ۶۰-۶۹ سال، ۷۰-۸۰ سال و بیشتر از ۶۰ سال تقسیم شدند. بیشترین شکستگی‌ها در مطالعه حاضر مربوط به رده‌های سنی ۶۰-۶۹ و ۷۰-۸۰ سال بود (جدول ۱). جدول ۲ مقایسه سن، سمت درگیر و مدت زمان پیگیری بین دو جنس را نشان می‌دهد. هرچند میزان شکستگی و سن بروز آنها در زنان بالاتر بود اما این اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. یازده بیمار ( $22/45$ ٪) دچار بیماری‌های زمینه‌ای بودند. یک بیمار ( $2/04$ ٪) مبتلا به آسم، یک بیمار ( $2/04$ ٪) مبتلا به  $HTN^2/RA^1$ ، یک بیمار ( $2/04$ ٪) مبتلا به  $DM^3/HTN$ ، یک بیمار ( $4/08$ ٪) تنها مبتلا به  $HTN$ ، یک بیمار ( $2/04$ ٪) تنها مبتلا به  $DM$ ، یک بیمار ( $2/04$ ٪) مبتلا به  $DLP^4/HTN$ ، یک بیمار مبتلا به  $HTN/DM/DLP/IHD^5$  تنها به  $IHD$  و دو بیمار ( $4/08$ ٪) مبتلا به  $HTN/DM/SFD^6$  بودند. هیچ موردی از مرگ و میر، عفونت عمیق محل جراحی و در رفتگی پروتز مفصل در افراد مورد بررسی در مطالعه حاضر مشاهده نشد. دو مورد ( $4/08$ ٪) عفونت سطحی محل زخم جراحی مشاهده شد که با درمان آنتی‌بیوتیکی به موقع و بر اساس نتایج کشت و تست حساسیت و تعویض پانسمان مکرر درمان شد. میانگین نمره هریس هیپ،  $18/59 \pm 50/51$  (محدوده ۵۵/۸۷-۱۸/۴۵) بود. هیچ بیماری بر اساس ارزیابی با نمره هریس هیپ

عملکرد عالی نداشت. تنها ۴ بیمار ( $8/2$ ٪) عملکرد خوب (نمره هریس هیپ ۹۰-۸۰)، ۶ بیمار ( $12/2$ ٪) عملکرد متوسط (نمره هریس هیپ ۸۰-۷۰) و ۳۹ بیمار ( $79/6$ ٪) بیماران بهبود عملکردی ضعیفی (نمره هریس هیپ  $<70$ ) داشتند. جدول ۳ و ۴ میانگین نمره هریس هیپ کل و متغیرهای آن را در جمعیت مورد بررسی در مطالعه حاضر نشان می‌دهد. براساس آزمون همبستگی پیرسون، یک همبستگی منفی معنی‌داری بین سن و نمره هریس هیپ مشاهده شد ( $r=-0/379$ ،  $P=0/007$ ). به عبارتی هر چه سن کمتر نمره هریس هیپ پس از عمل و بهبود عملکرد بهتر خواهد بود. این همبستگی حتی پس از حذف اثر مدت پیگیری در آنالیز رگرسیون خطی چند متغیره همچنان پابرجا بود ( $p=0/015$ ،  $B=-0/353$ ). در ادامه آنالیزها جهت مقایسه بهتر بیماران در دو گروه سنی  $<60$  و  $\geq 60$  سال و بیشتر تقسیم شدند. نه بیمار دارای سن کمتر از ۶۰ سال و ۴۰ بیمار ( $81/6$ ٪) دارای سن بالای ۶۰ سال بودند. در گروه  $<60$  سال ۶ بیمار ( $66/7$ ٪) مرد و ۳ ( $33/3$ ٪) زن و در گروه  $\geq 60$  سال ۱۸ بیمار ( $45$ ٪) مرد و ۲۲ بیمار ( $55$ ٪) زن بودند. هیچ اختلاف معنی‌داری بین دو گروه از لحاظ توزیع جنسیتی وجود نداشت ( $p=0/289$ ). میانگین دوره پیگیری در افراد  $<60$   $22/18 \pm 48/66$  ماه و در افراد  $\geq 60$  سال  $26/08 \pm 46/60$  ماه بود. این اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار نبود ( $p=0/827$ ). میانگین سن در افراد  $<60$   $6/08$   $\pm$  و در افراد  $\geq 60$  سال  $52/33$  و در افراد  $\geq 60$  سال  $9/50 \pm 72/45$  سال بود.

جدول ۱: فراوانی افراد دچار شکستگی گردن استخوان ران در رده‌های سنی مختلف

گروه سنی	فراوانی	درصد
<۶۰	۹	۱۸/۴
۶۰-۶۹	۱۷	۳۴/۷
۷۰-۸۰	۱۷	۳۴/۷
>۸۰	۶	۱۲/۲

جدول ۲: مقایسه سن، سمت درگیر و مدت زمان پیگیری بین دو جنس

واحد	مرد (n=۲۴)	زن (n=۲۵)	کل افراد	p-value
سمت درگیر	راست (تعداد) (٪)	۸ (۳۲٪)	۲۱ (۴۲/۹٪)	۰/۱۱۷
	چپ (تعداد) (٪)	۱۱ (۴۵/۸٪)	۲۸ (۵۷/۱٪)	
سن	سال	$71/32 \pm 11/35$	$68/73 \pm 11/88$	۰/۱۲۱
مدت زمان پیگیری	ماه	$49/87 \pm 24/71$	$46/97 \pm 25/21$	۰/۴۳۷

- 1 Rheumatoid Arthritis
- 2 Hypertension
- 3 Diabetes Mellitus
- 4 Dyslipidemia Ischemic
- 5 Heart Disease
- 6 Sacroferomral Distance

جدول ۳: میانگین نمره هریس هیپ کل و متغیرهای آن را در جمعیت مورد بررسی در مطالعه حاضر

متغیر	میانگین $\pm$ انحراف معیار	حداقل	حداکثر
درد	$22/53 \pm 10/06$	۱۰	۴۴
عملکرد	لنگیدن	۰	۱۱
	نیاز به کمک	۲/۰۲	۱۱
	مسافت قادر به پیاده روی	$5/89 \pm 3/21$	۰
	بالا رفتن از پله	$1/32 \pm 0/71$	۰
	پوشیدن جوراب و کفش	$2/00 \pm 1/41$	۰
	نشستن	$2/44 \pm 1/96$	۰
	استفاده از وسایل حمل و نقل عمومی	$0/30 \pm 0/46$	۰
	نمره عملکرد کل	$6/08 \pm 3/87$	۰
	۱۲	۰	۱۲
عدم وجود دفورمیتی	$0/40 \pm 1/22$	۰	۴
محدوده حرکت	Hip Flexion	$41/24 \pm 10/05$	۳۰
	Abduction	$8/85 \pm 2/85$	۴
	Adduction	$2/44 \pm 0/70$	۱
	External Rotation	$5/02 \pm 1/42$	۲
	نمره حرکت کل	$2/87 \pm 0/48$	۲/۰۵
نمره هریس هیپ کل	$50/51 \pm 18/95$	۱۱/۴۵	۸۷/۵۵

جدول ۴: مقایسه میانگین نمره هریس هیپ کل و متغیرهای آن بین دو گروه سنی کمتر و بیشتر و مساوی ۶۰ سال

p-value	افراد ۶۰ سال		افراد <۶۰ سال		متغیر
	سال	(میانگین $\pm$ انحراف معیار)	سال	(میانگین $\pm$ انحراف معیار)	
۰/۱۴۷		$21/60 \pm 10/22$		$26/66 \pm 8/66$	درد
عملکرد	۰/۰۲۳	۵/۸۷	$\pm 2/98$	$8/33 \pm 2/34$	لنگیدن
	۰/۳۰۱	۶/۳۰	$\pm 2/22$	$6/77 \pm 0/66$	نیاز به کمک
	۰/۰۱۶	۵/۳۵	$\pm 3/07$	$8/33 \pm 2/78$	مسافت قادر به پیاده روی
	۰/۰۴۵	۱/۲۵	$\pm 0/742$	$1/66 \pm 0/5$	بالا رفتن از پله
	۰/۱۱۸	۱/۸۵	$\pm 1/45$	$2/66 \pm 1/00$	پوشیدن جوراب و کفش
	۰/۰۷۱	۲/۲۲	$\pm 1/88$	$3/44 \pm 2/12$	نشستن
	۰/۰۷۵	۰/۲۵	$\pm 0/438$	$0/55 \pm 0/52$	استفاده از وسایل حمل و نقل عمومی
	۰/۰۴۳	۵/۵۷	$\pm 0/382$	$8/33 \pm 3/42$	نمره عملکرد کل
	۰/۲۶۸	۰/۵	$\pm 1/33$	۰	عدم وجود دفورمیتی
محدوده حرکت	۰/۶۱۴	۴۱/۹۰	$\pm 9/97$	$38/33 \pm 10/47$	Hip Flexion
	۰/۸۲۷	۸/۸۰	$\pm 2/89$	۹/۱۱	Abduction
	۰/۱۳۳	۲/۳۷	$\pm 0/74$	۲/۷۷	Adduction
	۰/۲۵۱	۴/۹۰	$\pm 1/49$	۵/۵۵	External Rotation
	۰/۵۵۹	۴۸/۰۹	$\pm 19/00$	$2/78 \pm 0/5$	نمره حرکت کل
۰/۰۶۰	۲/۸۹	$\pm 0/48$	$61/23 \pm 15/39$	نمره هریس هیپ کل	

جدول ۴ مقایسه نمره هریس هیپ و متغیرهای آن را بین این دو گروه سنی نشان می‌دهد. نمره هریس هیپ بین دو گروه به طور حاشیه‌ای معنی‌دار بود ( $p=0/06$ ). این تفاوت غالباً مربوط به متغیرهای مربوط به عملکرد بوده و در بعد محدوده حرکت، دفورمیتی و درد اختلاف معنی‌داری بین دو گروه وجود نداشت.

جدول ۵ طبقه‌بندی نمره هریس هیپ از لحاظ عملکرد را در افراد زیر ۶۰ سال و بالای ۶۰ سال نشان می‌دهد  $44/4\%$  افراد بالای ۶۰ سال بهبود عملکرد متوسط تا خوب را بدست آوردند در حالی که این نسبت در افراد بالای ۶۰ سال تنها  $15\%$  بوده و غالب افراد بالای ۶۰ سال بهبود عملکرد ضعیفی داشتند.

بیماران بالای ۶۰ سال بر اساس دوره پیگیری در ۵ گروه ۱۲-۶ ماه، ۲۴-۱۲ ماه، ۳۶-۲۵ ماه، ۴۸-۳۷ ماه و ۶۰-۴۹ ماه تقسیم شدند. بر اساس آزمون آماری آنوا میانگین نمره هریس هیپ در این ۵ زیر گروه هیچ اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ( $p=0/612$ ).

## بحث

هدف هرگونه درمان جراحی برای بیماران مسن با شکستگی‌های جابه‌جا شده گردن فمور، بازگرداندن آنها به وضعیت عملکردی قبل از آسیب در سریع‌ترین زمان ممکن و همچنین به حداقل رساندن خطر در رفتگی یا عمل مجدد است. آرتروپلاستی به عنوان یک گزینه درمانی، بطور گسترده‌ای در بیماران مسن مبتلا به شکستگی هیپ مورد حمایت قرار

جدول ۵: طبقه‌بندی نمره هریس هیپ از لحاظ عملکرد در افراد زیر ۶۰ سال و بالای ۶۰ سال

p-value	طبقه‌بندی نمره هریس هیپ	
	افراد ۶۰ سال (تعداد (%))	افراد <۶۰ سال (تعداد (%))
0/085	۳۴ (۸۵٪)	۵ (۵۵/۶٪)
	۳ (۷/۵٪)	۳ (۳۳/۳٪)
	۳ (۷/۵٪)	۱ (۱۱/۱٪)
	۰	۰

جدول ۶: میانگین نمره هریس هیپ در ۵ گروه از بیماران با زمان پیگیری متفاوت

p-value	CI۹۵٪	نمره هریس هیپ کل (میانگین ± انحراف معیار)		تعداد افراد	مدت پیگیری
		۱۳/۱۰ ± ۴۳/۰۰	۳۱/۵۰		
0/612	۳۲/۰۵-۵۳/۹۶	۴۳/۰۰ ± ۱۳/۱۰	۳۱/۵۰	n=۸	۱۲-۶ ماه
	۲۶/۱۳-۷۶/۷۶	۵۱/۴۵ ± ۲۰/۳۸	۳۱/۵۰	n=۱	۱۲-۲۴ ماه
	۵۰/۱۴-۶۷/۴۵	۵۸/۸۰ ± ۵/۴۴	۳۱/۵۰	n=۵	۲۵-۳۶ ماه
	۳۸/۲۸-۵۷/۷۵	۴۸/۰۱ ± ۲۱/۹۵	۳۱/۵۰	n=۴	۳۷-۴۸ ماه
	۳۸/۲۸-۵۷/۷۵	۴۸/۰۱ ± ۲۱/۹۵	۳۱/۵۰	n=۲۲	۴۹-۶۰ ماه

می دادند در مطالعه Sharma و همکاران نیز ۵۵٪ شکستگی های گردن فمور در زنان مسن رخ داد. میانگین سنی افراد مشابه مطالعه ما و ۷۳ سال بود. اما میانگین نمره هریس هیپ پس از یک دوره پیگیری یکساله ۸۰ (محدوده ۸۵-۶۷) بود<sup>(۲۹)</sup>.

در مطالعه ای که توسط Sonaje و همکاران با هدف مقایسه عملکرد آرتروپلاستی دو قطبی و آرتروپلاستی کامل هیپ انجام شد، در یک دوره پیگیری ۲۴ ماهه، در گروه همی آرتروپلاستی دو قطبی میانگین نمره هیپ هریس اصلاح شده  $۶/۶۲ \pm ۸۳/۸۵$  بود. در گروه همی آرتروپلاستی دو قطبی هفت (۳۵٪) بیمار دارای نمره ۹۱ تا ۱۰۰ (عالی)، ۹ (۴۵٪) بیمار دارای نمره هریس هیپ ۸۱-۹۰ (نسبتا خوب) و ۴ (۲۰٪) بیمار دارای امتیاز ۷۱-۸۰ (خوب) بودند و هیچ بیماری در گروه ضعیف یافت نشدند<sup>(۳۰)</sup>. در رابطه با تفاوت نتایج مطالعه حاضر با مطالعات Sharma و همکاران<sup>(۲۹)</sup> و Sonaje و همکاران<sup>(۳۰)</sup>، علاوه بر تفاوت در دوره پیگیری، تفاوت در شیوع بیماری های همراه در جمعیت های مورد بررسی را می توان از دلایل دیگر برشمرد. در مطالعه حاضر ۲۲/۴٪ بیماران دارای بیماری های همراه بودند. هرچند Sharma و همکاران<sup>(۲۹)</sup> و Sonaje و همکاران<sup>(۳۰)</sup> این بعد را مورد بررسی قرار ندادند.

این که وجود بیماری های همراه تا چه حد در کاهش موفقیت یک روش جراحی آرتروپلاستی اثرگذار است، توسط Macaulay و همکاران بررسی شد و برای هر بیماری همراه اضافی، خطر مرگ ۴،۲ برابر افزایش یافت<sup>(۳۱)</sup>. وضعیت تغذیه و میزان تحرک و سرپا بودن بیماران، قبل از عمل نیز مهم است. در مطالعه Sharma و همکاران<sup>(۲۹)</sup>، Shukla و همکاران<sup>(۲۸)</sup> و Chhabra و همکاران<sup>(۲۴)</sup>، تمام بیماران در وضعیت سرپایی خوبی بودند و قبل از تروما به تنهایی فعالیتی های زندگی روزمره خود را انجام می دادند که به خودی خود می تواند نمره هریس بالاتری را پس از عمل به دنبال داشته باشد.

برای مثال در مطالعه Shah Fahad و همکاران که با هدف مقایسه پیامد عملکردی، میزان دررفتگی، عوارض و مرگ و میر بین همی آرتروپلاستی دوقطبی و آرتروپلاستی کامل هیپ با کاپ حرکتی دوگانه برای درمان شکستگی جابجا شده گردن استخوان ران در بیماران گروه سنی بالای ۶۰ سال برای یک دوره پیگیری ۱ ساله انجام شد. در ۷۷ بیمار تحت همی آرتروپلاستی دوقطبی میانگین نمره هریس هیپ قبل از عمل  $۷۱/۰۱$  و ضعیف بود که پس از عمل  $۶۸/۸۲$  شد<sup>(۳۲)</sup>. بنابراین عواملی که برای انتخاب یک روش درمانی در یک بیمار سالمند مبتلا به شکستگی گردن فمور باید در نظر گرفته شود عبارتند از سن، وضعیت پزشکی و بیماری های همراه، سبک زندگی و وضعیت تغذیه، وضعیت سرپایی و شناختی، در دسترس بودن امکانات برای جراحی و وضعیت اجتماعی و اقتصادی<sup>(۲۹)</sup>. اگرچه همی آرتروپلاستی در مطالعات پیشین مزیت هایی چون نیاز به زمان جراحی کمتر و از دست دادن خون کمتر را نشان داده است اما عوارضی مانند در رفتگی پلی لاینر و فرسایش استابولوم را ممکن است در پی داشته باشد و در دراز مدت سبب شود بیمار نیاز به آرتروپلاستی کامل هیپ داشته باشد<sup>(۳۳،۳۴)</sup>. ارزیابی عملکرد هیپ در پیگیری بیماران با

از ۳۰ بیمار مورد بررسی ۱۴ مورد نتایج عالی، ۱۲ مورد نتایج خوب، ۱ مورد نتیجه نسبتا خوب و ۱ مورد نتیجه ضعیفی داشتند<sup>(۳۴)</sup>. چند دلیل را می توان برای توضیح تفاوت های مشاهده شده بین مطالعه حاضر و مطالعه Chhabra و همکاران برشمرد.

دلیل اول تفاوت سنی مشاهده شده بین دو مطالعه بود. میانگین سنی افراد بالای ۶۰ سال در مطالعه ما،  $۷۲/۴۲$  سال بود در حالی که میانگین سنی در مطالعه Chhabra و همکاران  $۶۷/۲$  سال بود<sup>(۲۴)</sup>. همانطور که در مطالعه حاضر مشاهده کردیم نمره هریس هیپ یک همبستگی منفی و ارتباط معکوسی با سن دارد. بنابراین یکی از دلایل کسب نمره عملکردی بالاتر در مطالعه Chhabra و همکاران ممکن است متاثر از سن پایینتر جمعیت شرکت کننده در این مطالعه باشد.

یکی دیگر از تفاوت های بین دو مطالعه این بود که حداکثر زمان پیگیری در مطالعه Chhabra و همکاران ۶ ماه بود<sup>(۲۴)</sup>. در حالی که در مطالعه حاضر بیماران برای یک دوره به طور میانگین ۴ ساله (۹۳-۹ ماه) پیگیری شدند. نمره هریس هیپ یکی از مهمترین ابزارهای اندازه گیری برای بررسی وضعیت زندگی بیماران پس از عمل جراحی شکستگی گردن فمور است اما با گذشت زمان دچار تغییر می شود. بنابراین زمان اندازه گیری بویژه در عمل های همی آرتروپلاستی بسیار مهم است برای مثال Zhao و همکاران در متآنالیز خود و پس از مقایسه ۳ مطالعه مستقل استنتاج کردند که عملکرد هیپ یکسال بعد از جراحی به اوج خود می رسد<sup>(۳۳)</sup>.

Cadossi و همکاران خاطر نشان کردند که ۳ ماه تا ۳ سال بعد از عمل، نمره هریس هیپ بالاتر، از همی آرتروپلاستی به آرتروپلاستی کامل هیپ منتقل می شود و به نظر می رسد غلبه آرتروپلاستی کامل هیپ بطور فزاینده ای مشهود است<sup>(۲۵)</sup>. نتایج مشابهی توسط Hedbeck و همکاران با همان مدت زمان پیگیری گزارش شد<sup>(۲۶)</sup>. بنابراین نتایج مطالعه حاضر در راستای نتایج مطالعه Cadossi و همکاران و Hedbeck و همکاران کاهش نمره هریس هیپ را در بیماران تحت همی آرتروپلاستی دو قطبی در دراز مدت تأیید می کند.

Avery و همکاران نیز کاهش نمره عملکردی هیپ را در هر دو گروه همی آرتروپلاستی و آرتروپلاستی کامل هیپ بین ۳ تا ۹ سال گزارش دادند<sup>(۲۷)</sup>. در مطالعه ای که توسط Shukla و همکاران با هدف مقایسه نتیجه عملکرد پروتز دو قطبی در مقابل تعویض کامل لگن در درمان شکستگی گردن ران در بیماران مسن انجام شد، همه بیماران بالای ۶۰ سال و دارای میانگین سنی  $۶۸/۳$  سال بودند. نمره اصلاح شده هریس هیپ در گروه همی آرتروپلاستی دو قطبی در ۶، ۱۲ و ۲۴ ماه بعد از عمل به ترتیب  $۷۴/۶۸$ ،  $۷۸/۲۴$  و  $۸۱/۴۰$  بود<sup>(۲۸)</sup>. در مطالعه ای که توسط Sharma و همکاران با هدف بررسی عملکرد بیمار و عوارض ناشی از همی آرتروپلاستی دو قطبی و آرتروپلاستی کامل هیپ در افراد مسن بالای ۶۰ سال مبتلا به شکستگی گردن استخوان ران انجام شد در طی یک دوره پیگیری یکساله ۴۰ بیمار تحت همی آرتروپلاستی دو قطبی مورد بررسی قرار گرفتند. مشابه مطالعه حاضر، که اکثریت افراد دچار شکستگی در گروه بالای ۶۰ سال را زنان مسن با یک شیوع ۵۵٪ تشکیل

- 8 Campbell W, Canale S, Beaty J. Campbell's operative orthopaedics. Philadelphia, PA: Mosby Elsevier; 2008;11:2825-2872.
- 9 Prokopetz JJ, Losina E, Bliss RL, Wright J, Baron JA, Katz JN. Risk factors for revision of primary total hip arthroplasty: a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord*. 2012;13(251):1-13. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-13-251>
- 10 Mont MA, SC PRJAM. Hip arthroplasty. *Lancet*. 2012;380(9855):1768-1777.
- 11 Kim Y-H, Oh S-H, Kim J-S, Koo K-H. Contemporary total hip arthroplasty with and without cement in patients with osteonecrosis of the femoral head. *JBJS*. 2003;85(4):675-681.
- 12 Ye C-Y, Liu A, Xu M-Y, Nonso NS, He R-X. Arthroplasty versus internal fixation for displaced intracapsular femoral neck fracture in the elderly: systematic review and meta-analysis of short- and long-term effectiveness. *Chin Med J*. 2016;129(21):2630-2638.
- 13 Kurtz S, Mowat F, Ong K, Chan N, Lau E, Halpern M. Prevalence of primary and revision total hip and knee arthroplasty in the United States from 1990 through 2002. *JBJS*. 2005;87(7):1487-1497. DOI: 10.2106/JBJS.D.02441
- 14 Morrey BF. Short-stemmed uncemented femoral component for primary hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1989;249:169-175.
- 15 Tol M, Van Den Bekerom M, Sierevelt I, Hilverdink E, Raaymakers E, Goslings J. Hemiarthroplasty or total hip arthroplasty for the treatment of a displaced intracapsular fracture in active elderly patients: 12-year follow-up of randomized trial. *Bone Joint J*. 2017;99(2):250-254. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.99B2.BJJ-2016-0479.R1>
- 16 Liodakis E, Antoniou J, Zukor DJ, Huk OL, Epure LM, Bergeron SG. Major complications and transfusion rates after hemiarthroplasty and total hip arthroplasty for femoral neck fractures. *J Arthroplasty*. 2016;31(9):2008-2012. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2016.02.019>
- 17 Bishop J, Yang A, Githens M, Sox AH. Evaluation of contemporary trends in femoral neck fracture management reveals discrepancies in treatment. *Geriatr Orthop Surg Rehabil*. 2016;7(3):135-141. <https://doi.org/10.1177/2151458516658328>
- 18 Lim JW, Ng G, Jenkins R, Ridley D, Jariwala A, Sripada S. Total hip replacement for neck of femur fracture: Comparing outcomes with matched elective cohort. *Injury*. 2016;47(10):2144-2148. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2016.07.019>
- 19 Cram P, Yan L, Bohm E, Kuzyk P, Lix LM, Morin SN, et al. Trends in operative and nonoperative hip fracture management 1990-2014: a longitudinal analysis of Manitoba administrative data. *J Am Geriatr Soc*. 2017;65(1):27-34. <https://doi.org/10.1111/jgs.14538>
- 20 Rogmark C, Leonardsson O. Hip arthroplasty for the treatment of displaced fractures of the femoral neck in elderly patients. *Bone Joint J*. 2016;98(3):291-297. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.98B3.36515>
- 21 Pal CP, Dinkar K, Mittal V, Goyal A, Singh M, Hussain A. Role of bipolar hemiarthroplasty and total hip arthroplasty in unstable intertrochanteric fracture femur. *J Orthop Allied Sci*. 2016;4(2):69-74. DOI: 10.4103/2319-2585.193844

همی آرتروپلاستی دو قطبی نکته دیگری است که نیاز به بررسی دارد. فرسایش استابولوم متعاقب همی آرتروپلاستی می تواند دلیل احتمالی عملکرد نسبتاً ضعیف در بیماران تحت همی آرتروپلاستی در دراز مدت باشد<sup>(۳۹)</sup>.

## نتیجه گیری

در مطالعه حاضر، اکثریت افراد بالای ۶۰ سال با شکستگی را زنان سالمند با شیوع ۵۵ درصد تشکیل میدادند. بر اساس طبقه‌بندی نمره هریس هیپ، ۵۵/۶ درصد از افراد بالای ۶۰ سال عملکرد ضعیف، ۳۳/۳ درصد عملکرد نسبتاً خوب و ۱۱/۱ درصد عملکرد خوب داشتند. این نسبت‌ها به ترتیب در افراد ۶۰ سال یا کمتر، ۸۵ درصد، ۷/۵ درصد و ۷/۵ درصد بود. هیچ یک از بیماران قادر به کسب نمره عملکردی عالی نبودند. بنابراین، مطالعه حاضر نتوانست نتیجه عملکردی رضایتبخش پس از دوسرپرتوکسی مفصل ران در جمعیت مورد بررسی در بلندمدت مشاهده کند. بر این اساس، ارزیابی عملکرد مفصل ران در بیماران تحت عمل دوسرپرتوکسی در بلندمدت، موضوع مهمی است که نیازمند بررسی بیشتر میباشد. سایدگی جزء استابولوم پس از دوسرپرتوکسی می‌تواند علت بالقوه نتایج نسبتاً ضعیف بلندمدت در بیماران تحت این عمل باشد.

## منابع

- 1 Poole KE, Skingle L, Gee AH, Turmezei TD, Johannesdottir F, Blesic K, et al. Focal osteoporosis defects play a key role in hip fracture. *Bone*. 2017;94:124-134. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2016.10.020>
- 2 Metcalfe D. The pathophysiology of osteoporotic hip fracture. *McGill Journal of Medicine*. 2008;11(1):51-57. PMID: 18523524; PMCID: PMC2322920.
- 3 Ip T, Leung J, Kung A. Management of osteoporosis in patients hospitalized for hip fractures. *Osteoporos Int*. 2010;21:605-614. <https://doi.org/10.1007/s00198-010-1398-8>
- 4 Majumdar S, Lier D, Hanley D, Jubly A, Beaupre L, Team S-P. Economic evaluation of a population-based osteoporosis intervention for outpatients with non-traumatic non-hip fractures: the "Catch a Break" FLS. *Osteoporos Int*. 2017;28:1965-1977. <https://doi.org/10.1007/s00198-017-3986-3>
- 5 Mehra T, Moos RM, Seifert B, Bopp M, Senn O, Simmen H-P, et al. Impact of structural and economic factors on hospitalization costs, inpatient mortality, and treatment type of traumatic hip fractures in Switzerland. *Arch Osteoporos*. 2017;12(7):1-11. <https://doi.org/10.1007/s11657-016-0302-3>
- 6 Guy P, Sobolev B, Sheehan KJ, Kuramoto L, Lefavre KA. The burden of second hip fractures: 15 provincial surgical hospitalizations over years. *Can J Surg*. 2017;60(2):101-107. DOI: 10.1503/cjs.008616
- 7 Rosengren B, Björk J, Cooper C, Abrahamsen B. Recent hip fracture trends in Sweden and Denmark with age-period-cohort effects. *Osteoporos Int*. 2017;28:139-149. <https://doi.org/10.1007/s00198-016-3768-3>

- 22 Kim YT, Yoo J-H, Kim MK, Kim S, Hwang J. Dual mobility hip arthroplasty provides better outcomes compared to hemiarthroplasty for displaced femoral neck fractures: a retrospective comparative clinical study. *Int Orthop*. 2018;42:1241-1246. <https://doi.org/10.1007/s00264-018-3767-4>
- 23 Zhao Y, Fu D, Chen K, Li G, Cai Z, Shi Y, et al. Outcome of hemiarthroplasty and total hip replacement for active elderly patients with displaced femoral neck fractures: a meta-analysis of 8 randomized clinical trials. *PLoS One*. 2014;9(5):e98071. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098071>
- 24 Chhabra SS, Gupta U, Gupta S. Functional outcome of bipolar hemiarthroplasty in fracture neck of femur. *Int J Orthop*. 2020;6(3):32-36. DOI: 10.22271/ortho.2020.v6.i3a.2173
- 25 Cadossi M, Chiarello E, Savarino L, Tedesco G, Baldini N, Faldini C, et al. A comparison of hemiarthroplasty with a novel polycarbonate-urethane acetabular component for displaced intracapsular fractures of the femoral neck: a randomized controlled trial in elderly patients. *Bone Joint J*. 2013;95(5):609-615. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.95B5.31083>
- 26 Hedbeck CJ, Enocson A, Lapidus G, Blomfeldt R, Törnkvist H, Ponzer S, et al. Comparison of bipolar hemiarthroplasty with total hip arthroplasty for displaced femoral neck fractures: a concise four-year follow-up of a randomized trial. *JBJS*. 2011;93(5):445-450. DOI: 10.2106/JBJS.J.00474
- 27 Avery P, Baker R, Walton M, Rooker J, Squires B, Gargan M, et al. Total hip replacement and hemiarthroplasty in mobile, independent patients with a displaced intracapsular fracture of the femoral neck: a seven- to ten-year follow-up report of a prospective randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Br*. 2011;93(8):1045-1048. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.93B8.27132>
- 28 Shukla R, Singh M, Jain R, Mahajan P, Kumar R. Functional outcome of bipolar prosthesis versus total hip replacement in the treatment of femoral neck fracture in elderly patients. *Malays Orthop J*. 2017;11(1):1-5. <https://doi.org/10.5704/MOJ.1703.002>
- 29 Sharma V, Awasthi B, Kumar K, Kohli N, Katoch P. Outcome analysis of hemiarthroplasty vs. total hip replacement in displaced femoral neck fractures in the elderly. *J Clin Diagn Res*. 2016;10(5):RC11.
- 30 Sonaje JC, Meena PK, Bansawal RC, Bobade SS. Comparison of functional outcome of bipolar hip arthroplasty and total hip replacement in displaced femoral neck fractures in elderly in a developing country: a 2-year prospective study. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2018;28:493-498. <https://doi.org/10.1007/s00590-017-2057-y>
- 31 Macaulay W, Nellans KW, Garvin KL, Iorio R, Healy WL, Rosenwasser MP, et al. Prospective randomized clinical trial comparing hemiarthroplasty to total hip arthroplasty in the treatment of displaced femoral neck fractures: winner of the Dorr Award. *J Arthroplasty*. 2008;23(6):2-8. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2008.05.013>
- 32 Fahad S, Khan MZN, Aqueel T, Hashmi P. Comparison of bipolar hemiarthroplasty and total hip arthroplasty with dual mobility cup in the treatment of old active patients with displaced neck of femur fracture: A retrospective cohort study. *Ann Med Surg*. 2019;45:62-65. DOI: 10.1016/j.amsu.2019.07.025
- 33 Marya S, Thukral R, Singh C. Prosthetic replacement in femoral neck fracture in the elderly: Results and review of the literature. *Indian J Orthop*. 2008;42(1):61-67. <https://doi.org/10.4103/0019-5413.38583>
- 34 Keating J, Grant A, Masson M, Scott NW, Forbes J. Displaced intracapsular hip fractures in fit, older people: a randomised comparison of reduction and fixation, bipolar hemiarthroplasty and total hip arthroplasty. *Health Technol Assess*. 2005;9(41):1-65. <https://doi.org/10.3310/hta9410>

## مرگومیر پس از جراحی شکستگی‌های اینترتروکانتریک در یک سال (یک مطالعه گذشته‌نگر)

### چکیده:

**مقدمه:** شکستگی‌های اینترتروکانتریک فمور از شایع‌ترین شکستگی‌های مفصل ران هستند و می‌توانند با عوارض و مرگومیر قابل توجهی همراه باشند. هدف از این مطالعه، بررسی میزان مرگومیر و عوامل مؤثر بر آن در بیماران تحت جراحی شکستگی اینترتروکانتریک بود.

**مواد و روش‌ها:** این مطالعه گذشته‌نگر توصیفی-تحلیلی بر روی ۲۲۷ بیمار مبتلا به شکستگی اینترتروکانتریک انجام شد که طی یک سال تحت عمل جراحی قرار گرفته بودند انجام شد. اطلاعات دموگرافیک، سوابق بالینی (شامل استئوپروز، اختلالات شناختی، سابقه شکستگی)، نوع جراحی و فاصله بین بستری تا جراحی از پرونده‌های بیماران استخراج گردید. وضعیت حیات بیماران از طریق تماس تلفنی پیگیری شد. تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار STATA و آزمون رگرسیون لجستیک انجام شد.

**نتایج و بحث:** نرخ کلی مرگومیر ۱۶/۳ درصد بود. سن، استئوپروز، سابقه شکستگی، اختلالات شناختی، فشارخون بالا، از DHS (Dynamic Hip Screw) و تأخیر در جراحی در گروه فوت‌شده به‌طور معناداری بیشتر بود ( $p < 0.05$ ). در تحلیل رگرسیون، سن بالا، استئوپروز، سابقه شکستگی، اختلالات شناختی، سابقه افتادن، تأخیر در جراحی و نوع روش جراحی، به‌عنوان عوامل مستقل پیش‌بینی‌کننده مرگومیر شناسایی شدند ( $p < 0.05$ ). **نتیجه‌گیری:** مرگومیر پس از جراحی شکستگی اینترتروکانتریک تحت تأثیر مجموعه‌ای از عوامل بالینی و قابل مداخله قرار دارد. انتخاب به‌موقع روش جراحی مناسب و شناسایی بیماران پرخطر می‌تواند نقش مؤثری در بهبود پیامدهای درمانی ایفا کند.

**واژگان کلیدی:** شکستگی‌های اینترتروکانتریک، عوامل خطر، مرگومیر

پذیرش مقاله: ۳۹ روز قبل از چاپ

دکتر شاهین طالبی،<sup>۱</sup> دکتر مسعود شایسته آذر،<sup>۲</sup> دکتر سلمان غفاری،<sup>۳</sup> دکتر مهران رضوی پور،<sup>۴</sup> دکتر عبدالرسول علایی،

دکتر رضا زندی،<sup>۵</sup> دکتر حسن حیدریان

### مقدمه

شکستگی‌های اینترتروکانتریک فمور یکی از شایع‌ترین انواع شکستگی‌های هیپ در سالمندان، به‌ویژه در بیماران مبتلا به استئوپروز، محسوب می‌شوند و با میزان قابل توجهی از مرگومیر و ناتوانی عملکردی همراه هستند<sup>(۱)</sup>. این شکستگی‌ها ناحیه‌ای بین تروکانتر بزرگ (محل اتصال عضلاتی نظیر *gluteus medius*، *gluteus minimus* و *piriformis*) و تروکانتر کوچک (محل اتصال عضله *iliopsoas* به‌عنوان فلکسور اصلی مفصل ران) را درگیر می‌کنند<sup>(۲،۳)</sup>. اهمیت بالینی این شکستگی‌ها به‌واسطه عوارض پس از جراحی و تأثیر آن‌ها بر کیفیت زندگی بیماران، به‌ویژه سالمندان، مورد توجه ویژه قرار دارد. آمارها نشان می‌دهند که میزان مرگومیر یک‌ساله پس از جراحی شکستگی‌های اینترتروکانتریک بین ۲۰ تا ۳۰ درصد متغیر است که این میزان، بالاتر از سایر شکستگی‌های ناحیه هیپ گزارش شده است<sup>(۴،۵)</sup>. با توجه به روند فزاینده سالمندی جمعیت و شیوع بالای استئوپروز، در نتیجه، پیش‌بینی و مداخله زودهنگام در مدیریت پیامدهای این شکستگی‌ها نقش مهمی در کاهش مرگومیر ایفا می‌کند.

در مطالعات پیشین، عوامل متعددی به‌عنوان پیش‌بینی‌کننده‌های مستقل مرگومیر پس از جراحی این نوع شکستگی معرفی شده‌اند؛ از جمله سن بالا، سطح فعالیت پیش و پس از جراحی، نوع بی‌هوشی، وجود بیماری‌های زمینه‌ای و فاصله زمانی بین وقوع شکستگی تا انجام عمل جراحی<sup>(۶)</sup>. با این حال، در بسیاری از مطالعات گذشته، محدودیت‌هایی نظیر حجم نمونه پایین، طراحی مطالعه نامناسب یا کنترل ناکافی عوامل مخدوش‌کننده مشاهده شده است. با توجه به شیوع بالای این شکستگی‌ها، بار اقتصادی و بالینی سنگین آن‌ها بر سیستم سلامت و وجود نتایج متناقض در مطالعات پیشین، این مطالعه با هدف بررسی میزان مرگومیر بیماران پس از جراحی شکستگی‌های اینترتروکانتریک فمور و عوامل مرتبط با آن به‌صورت گذشته‌نگر طراحی شده است.

۱. مرکز تحقیقات آسیب‌های اسکلتی عضلانی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۲. گروه ارتوپدی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۳. کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

نویسنده مسئول:

دکتر حسن حیدریان

Email address:

Hhg1374@gmail.com

## مواد و روش‌ها

این مطالعه یک پژوهش گذشته‌نگر توصیفی-تحلیلی است که با هدف بررسی میزان مرگ‌ومیر و عوامل مرتبط با آن در بیماران مبتلا به شکستگی اینترتروکانتریک فمور تحت عمل جراحی، در بازه زمانی سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۷ (۲۰۱۷-۲۰۱۸)، انجام شد. جمعیت مورد مطالعه شامل کلیه بیماران بستری شده با تشخیص شکستگی اینترتروکانتریک در بیمارستان‌های امام خمینی و بوعلی ساری طی این دوره بود. بر اساس بررسی پرونده‌های بایگانی‌شده، تعداد بیماران واجد شرایط اولیه حدود ۳۴۰ نفر برآورد شد.

## معیارهای ورود و خروج

بیماران در صورت برخورداری از معیارهای زیر وارد مطالعه شدند:

۱. تشخیص شکستگی اینترتروکانتریک فمور بر اساس رادیوگرافی ساده و تأیید توسط متخصص ارتوپدی
۲. انجام عمل جراحی برای درمان شکستگی
۳. وجود اطلاعات کامل دموگرافیک و بالینی (سابقه شکستگی قبلی، استئوپروز، سقوط، دیابت، بیماری پارکینسون، اختلالات شناختی)، مصرف کورتیکواستروئید، سیگار و الکل در پرونده
۴. امکان پیگیری وضعیت حیات یا فوت بیمار از طریق تماس تلفنی با وی یا خانواده‌اش.

بیمارانی که تحت عمل جراحی قرار نگرفته بودند، اطلاعات ناقص در پرونده داشتند، امکان پیگیری وضعیت حیات/فوت آن‌ها فراهم نبود، یا به بیماری‌های مزمن و شدید غیرمرتبط با شکستگی (مانند سرطان متاستاتیک یا نارسای شدید اعضا) مبتلا بودند که می‌توانستند نتایج مرتبط با مرگ‌ومیر را دچار سوگیری کنند، از مطالعه حذف شدند. پس از اعمال این معیارها، ۲۲۷ نفر از مجموع ۳۴۰ بیمار اولیه در تحلیل نهایی وارد شدند.

## نحوه گردآوری داده‌ها

نمونه‌گیری به صورت سرشماری انجام شد و داده‌ها از طریق پرونده‌های بایگانی‌شده بیماران استخراج گردید. اطلاعات دموگرافیک (سن و جنس) و داده‌های بالینی شامل سابقه شکستگی قبلی، ابتلا به استئوپروز، وقوع سقوط، ابتلا به دیابت، بیماری پارکینسون، اختلالات شناختی، مصرف کورتیکواستروئید، مصرف سیگار و الکل، فاصله زمانی بین وقوع شکستگی تا جراحی و نوع عمل جراحی انجام‌شده گردآوری شد. همچنین اطلاعات مرتبط با روند درمانی (شماره پرونده، شماره تماس، تاریخ بستری، تاریخ ترخیص و سایر مشخصات بالینی) ثبت گردید.

به منظور بررسی وضعیت نهایی بیماران، تماس تلفنی با خود بیماران یا خانواده آن‌ها برقرار شد. در صورت زنده بودن بیمار، پس از اخذ رضایت‌نامه شفاهی آگاهانه، اطلاعات تکمیلی جمع‌آوری گردید. در صورت فوت بیمار، تاریخ و علت احتمالی مرگ (در صورت وجود) بر اساس مستندات موجود در پرونده یا اظهارات خانواده ثبت شد.

## تحلیل آماری

اطلاعات گردآوری‌شده در نرم‌افزار آماری STATA وارد شد. توصیف داده‌های طولی به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار با استفاده از آزمون Student's t-test انجام شد. توصیف داده‌های کیفی به صورت تعداد (درصد) با استفاده از آزمون Chi-square انجام شد. مدل رگرسیون لجستیک جهت شناسایی عوامل پیش‌بینی‌کننده مرگ‌ومیر به‌کار گرفته شد.

## ملاحظات اخلاقی

این مطالعه با رعایت اصول اخلاقی پژوهش، شامل حفظ محرمانگی اطلاعات بیماران و دریافت رضایت آگاهانه از شرکت‌کنندگان (در صورت زنده بودن) یا خانواده آنان، انجام شد. همچنین طرح پژوهش از کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی مازندران تأییدیه دریافت کرده است.

## نتایج

در این مطالعه، ۲۲۷ بیمار با شکستگی اینترتروکانتریک واجد شرایط اولیه در تحلیل نهایی گنجانده شدند. ویژگی‌های دموگرافیک نشان داد که ۵۸/۵۹ درصد از بیماران مرد و ۴۱/۴۱ درصد زن بودند. میانگین سن بیماران ۶۵/۰۴ سال ( $\pm 21/26$ ) بود که نشان‌دهنده گستره سنی وسیعی از بیماران، از ۲۵ تا ۹۹ سال است. میانگین زمان بین شکستگی و انجام جراحی ۴/۵۷ روز ( $\pm 3/13$ ) بود. همچنین ۶/۱۷ درصد از بیماران سابقه مصرف کورتیکواستروئید، ۵/۲۹ درصد سابقه افتادن و ۱۹/۳۸ درصد سابقه شکستگی قبلی داشتند (جدول ۱). همچنین ۵۵/۱ درصد بیماران تحت جراحی غیر DHS قرار گرفتند (شکل ۱). مقایسه عوامل احتمالی مرتبط با مرگ‌ومیر بین دو گروه در جدول ۲ نشان داده شده است. میزان مرگ‌ومیر در این مطالعه ۱۶/۳ درصد (۳۷ نفر) بود. سن در گروه فوت‌شده به‌طور معناداری بیشتر از گروه زنده مانده بود ( $p=0/001$ )؛ در مقابل ۶۳/۰۳ سال؛  $p<0/001$ ، همچنین سابقه فشار خون بالا و استئوپروز در گروه فوت‌شده به‌طور معناداری بیشتر از گروه زنده‌مانده بود (۴۵/۹۵٪ در مقابل ۲۵/۷۹٪ و ۵۱/۳۵٪ در مقابل ۱۶/۳۲٪؛ به ترتیب  $p=0/014$  و  $p=0/001$ ). علاوه بر این، سابقه بیماری‌های شناختی در گروه فوت‌شده بیشتر از گروه زنده‌مانده بود (۱۸/۹۲٪ در مقابل ۴/۲۱٪؛  $p<0/001$ ) و سابقه شکستگی قبلی نیز به‌طور معناداری در گروه فوت‌شده بیشتر مشاهده گردید (۴۳/۲٪ در مقابل ۱۴/۷۴٪؛  $p=0/042$ ). در خصوص مصرف سیگار (۲۳/۸٪؛  $p=0/442$ ) و مصرف الکل (۴۴٪؛  $p=0/780$ )، تفاوت معناداری بین دو گروه مشاهده نشد. در نهایت، در گروه زنده‌مانده جراحی DHS (Dynamic Hip Screw) به‌طور معناداری بیشتر از گروه فوت‌شده بود (۴۷/۳۷٪ در مقابل ۲۹/۷۳٪؛  $p<0/001$ ) که نشان‌دهنده این است که بیماران زنده‌مانده بیشتر تحت جراحی DHS قرار گرفتند، در حالی که در گروه فوت‌شده جراحی‌های غیر DHS بیشتر انجام شده است.

## جدول ۱: ویژگی‌های دموگرافیک و بالینی بیماران با شکستگی اینترتروکانتریک

متغیر	بیماران با شکستگی اینترتروکانتریک (تعداد = ۲۲۷ نفر)
جنسیت* (تعداد بیماران)	
مرد	۱۳۳ (۵۸/۵۹)
زن	۹۴ (۴۱/۴۱)
بیمارستان محل بستری* (تعداد بیماران)	
بوعلی	۱۰۱ (۴۴/۴۹)
امام خمینی	۱۲۶ (۵۵/۵۱)
سن** (سال)	۶۵/۰۴ ± ۲۱/۲۶
سابقه شکستگی قبلی* (تعداد بیماران)	۴۴ (۱۹/۳۸)
استئوپروز* (تعداد بیماران)	۵۰ (۲۲/۰۳)
سابقه افتادن* (تعداد بیماران)	۱۲ (۵/۲۹)
سابقه فشار خون بالا* (تعداد بیماران)	۶۶ (۲۹/۰۷)
سابقه دیابت* (تعداد بیماران)	۷۵ (۳۳/۰۴)
سابقه پارکینسون* (تعداد بیماران)	۳ (۱/۳۲)
سابقه بیماری‌های شناختی دیگر* (تعداد بیماران)	۱۵ (۶/۶۱)
مصرف کورتیکواستروئید* (تعداد بیماران)	۱۴ (۶/۱۷)
مصرف سیگار* (تعداد بیماران)	۴۷ (۲۰/۷۰)
مصرف الکل* (تعداد بیماران)	۳ (۱/۳۲)
نوع وسیله جراحی* (تعداد بیماران)	
DHS	۱۰۱ (۴۴/۴۹)
غیر از DHS	۱۲۶ (۵۵/۵۱)
فاصله بین بستری تا جراحی** (روز)	۴/۵۷ ± ۳/۱۳

DHS= Dynamic Hip Screw. \* گزارش داده‌ها به صورت تعداد (درصد)، \*\* گزارش داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار.



شکل ۱: رادیوگرافی‌های قبل و بعد از عمل DHS

جدول ۲: مقایسه عوامل احتمالی مرتبط با مرگ‌ومیر بین دو گروه

P-value	فوت‌شده (تعداد= ۳۷ نفر)	زنده‌مانده (تعداد= ۱۹۰ نفر)	متغیر
۰/۰۰۱>	۱۴/۰۰±۷۵/۳۸	۶۳/۰۳±۲۱/۸۷	سن** (سال)
۰/۰۱۵			جنس* (تعداد بیماران)
	۱۵ (۴۰/۵۴)	۱۱۸ (۶۲/۱۱)	مرد
	۲۲ (۵۹/۴۶)	۷۲ (۳۷/۸۹)	زن
۰/۰۱۴			فشار خون بالا* (تعداد بیماران)
	۱۷ (۴۵/۹۵)	۴۹ (۲۵/۷۹)	دارد
	۲۰ (۵۴/۰۵)	۱۴۱ (۷۴/۲۱)	ندارد
۰/۷۸۰			دیابت* (تعداد بیماران)
	۱۳ (۳۵/۱۴)	۶۲ (۳۲/۶۳)	دارد
	۲۴ (۶۴/۸۶)	۱۲۸ (۶۷/۳۷)	ندارد
۰/۰۰۱>			استئوپروز* (تعداد بیماران)
	۱۹ (۵۱/۳۵)	۳۱ (۱۶/۳۲)	دارد
	۱۸ (۴۸/۶۵)	۱۵۹ (۸۳/۶۸)	ندارد
۰/۰۰۱			سابقه بیماری شناختی* (تعداد بیماران)
	۷ (۱۸/۹۲)	۸ (۴/۲۱)	دارد
	۳۰ (۸۱/۰۸)	۱۸۲ (۹۵/۷۹)	ندارد
۰/۰۰۱>			سابقه شکستگی* (تعداد بیماران)
	۱۶ (۴۳/۲۴)	۲۸ (۱۴/۷۴)	دارد
	۲۱ (۵۶/۷۶)	۱۶۲ (۸۵/۲۶)	ندارد
۰/۰۴۲			مصرف کورتیکواستروئید* (تعداد بیماران)
	۵ (۱۳/۵۱)	۹ (۴/۷۴)	دارد
	۳۲ (۸۶/۴۹)	۱۸۱ (۹۵/۲۶)	ندارد
۰/۲۳۸			استعمال سیگار
	۵ (۱۳/۵۱)	۴۲ (۲۲/۱۱)	دارد
	۳۲ (۸۶/۴۹)	۱۴۸ (۷۷/۸۹)	ندارد
			مصرف الکل
۰/۴۴۲	۰ (۰/۰۰)	۳ (۱/۵۸)	دارد
	۳۷ (۱۰۰)	۱۸۷ (۹۸/۴۲)	ندارد
۰/۰۱۵			سابقه افتادن* (تعداد بیماران)
	۵ (۳۱/۵۱)	۷ (۳/۶۸)	دارد
	۳۲ (۸۶/۴۹)	۱۸۳ (۹۶/۳۲)	ندارد
۰/۰۴۸			نوع جراحی* (تعداد بیماران)
	۱۱ (۲۹/۷۳)	۹۰ (۴۷/۳۷)	DHS
	۲۶ (۷۰/۲۷)	۱۰۰ (۵۲/۶۳)	غیر DHS
۰/۰۰۱>	۷/۴۱±۴/۱۷	۴/۰۲±۲/۵۶	فاصله بین بستری تا جراحی** (روز)

DHS= Dynamic Hip Screw، گزارش داده‌ها به صورت تعداد (درصد)، با استفاده از آزمون Chi-square برای مقایسه فراوانی متغیرهای طبقه‌ای بین دو گروه، \*\* گزارش داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار، با استفاده از آزمون Student t-test برای مقایسه میانگین متغیرهای عددی بین دو گروه

مطالعه نشان داد که سن بالا، سابقه شکستگی قبلی، استئوپروز، وجود اختلالات شناختی، نوع جراحی و تأخیر در انجام عمل جراحی، با مرگ‌ومیر بیماران رابطه معناداری دارند. در ادامه، تأثیر هر یک از این عوامل بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر و مطالعات مشابه تحلیل می‌گردد.

در مطالعه حاضر، سن بیماران فوت‌شده به‌طور معناداری بیشتر از بیماران زنده‌مانده بود. این یافته همسو با نتایج مطالعه Kim و همکاران می‌باشد که میزان مرگ‌ومیر در افراد ۹۰ سال به بالا را در پیگیری دو ساله ۴۰/۶ درصد گزارش کردند<sup>(۷)</sup>. این نتیجه تایید کننده نقش کلیدی سن در پیش‌آگهی پس از شکستگی هیپ است. در مطالعات متعدد، سن بالا به‌عنوان عامل مستقل خطر مرگ‌ومیر به دلیل کاهش ذخیره فیزیولوژیک، تعدد بیماری‌های مزمن و کاهش توان ترمیمی بدن معرفی شده است<sup>(۸،۹)</sup>. در مطالعه حاضر، بیماران دارای سابقه شکستگی قبلی، به‌طور معناداری بیشتر در گروه فوت‌شده قرار داشتند و این عامل در رگرسیون، خطر مرگ‌ومیر را ۷۲ درصد افزایش داد. مطالعه Barceló نیز همسو با مطالعه حاضر نشان داد که تعدد کوموربیدیتی‌ها، از جمله شکستگی قبلی، عامل خطر مرگ در سالمندان<sup>(۱۰)</sup>. شکستگی مجدد می‌تواند نشان‌دهنده پوکی استخوان پیشرفته، وضعیت تعادلی ضعیف و افت عملکرد کلی بدن باشد که همگی منجر به پیامدهای نامطلوب‌تر می‌شوند<sup>(۱۱،۱۲)</sup>.

نقش استئوپروز در افزایش مرگ‌ومیر بیماران در مطالعه حاضر بسیار برجسته بود، به‌گونه‌ای که خطر مرگ را ۷۵ درصد افزایش داد. مطالعه Okkaoglu و همکاران نیز استئوپروز را در میان مهم‌ترین پیش‌بینی‌کننده‌های مرگ‌ومیر در بیماران با شکستگی اینترتروکانتریک معرفی کردند<sup>(۱۳)</sup>.

میانگین کلی فاصله بین بستری تا جراحی  $4/57 \pm 3/13$  روز بود، اما در گروه فوت‌شده ( $4/17 \pm 7/41$  روز) به‌طور معناداری بیشتر از گروه زنده‌مانده ( $2/56 \pm 4/02$  روز) بود ( $p < 0/001$ ).

نتایج رگرسیون لجستیک برای پیش‌بینی مرگ‌ومیر پس از جراحی شکستگی اینترتروکانتریک در جدول ۳ نشان داده شده است. این نتایج نشان داد که سن به‌طور معناداری با مرگ‌ومیر ارتباط دارد؛ به‌طوری‌که با هر سال افزایش سن، احتمال مرگ‌ومیر ۴ درصد افزایش می‌یابد ( $OR=1/041, p=0/006$ ). جنس (زن در مقابل مرد) با مرگ‌ومیر ارتباط معناداری نداشت ( $OR=1/56, p=0/334$ ). سابقه شکستگی قبلی خطر مرگ‌ومیر را به‌طور معناداری ۳/۸ برابر افزایش داد ( $p=0/007$ ). سابقه استئوپروز نیز احتمال مرگ‌ومیر را به‌طور معنادار ۵/۶ برابر بیشتر کرد ( $OR=5/6, p=0/001$ ). همچنین، سابقه بیماری‌های شناختی با افزایش ۴/۵ برابری در خطر مرگ‌ومیر همراه بود ( $p=0/019$ ). اگرچه مصرف کورتیکواستروئید و سابقه افتادن با افزایش در احتمال مرگ‌ومیر همراه بود ( $OR=1/57$ ) اما ارتباط مشاهده‌شده از نظر آماری معنی‌دار نبود (به ترتیب  $p=0/57$  و  $p=0/521$ ). در نهایت، نوع جراحی غیر DHS به‌طور معنادار با افزایش چشمگیر در خطر مرگ‌ومیر همراه بود و احتمال مرگ‌ومیر را ۵/۳۶ برابر افزایش داد ( $OR=5/36, p < 0/002$ ).

## بحث

مطالعه حاضر با هدف بررسی میزان مرگ‌ومیر و عوامل مرتبط با آن در بیماران مبتلا به شکستگی اینترتروکانتریک انجام شد. در پیگیری کوتاه مدت، میزان مرگ و میر بیماران برابر با ۱۶/۳ درصد بود. یافته‌های این

جدول ۳: رگرسیون لجستیک برای پیش‌بینی مرگ‌ومیر پس از جراحی شکستگی اینترتروکانتریک

متغیر	ضریب بتا	(P-value) سطح معناداری	(OR) نسبت شانس	فاصله اطمینان ۹۵٪	
				حد پایین	حد بالا
سن (هر سال افزایش)	۰/۰۴۰	۰/۰۰۶	۱/۰۴۱	۱/۰۱۱	۱/۰۷۱
جنس (زن در مقابل مرد)	۰/۴۴۷	۰/۳۳۴	۱/۵۶۳	۰/۶۳۱	۳/۸۶۹
سابقه شکستگی	۱/۳۲۹	۰/۰۰۷	۳/۷۷۹	۱/۴۳۶	۹/۹۴۴
استئوپروز	۱/۷۲۴	۰/۰۰۱	۵/۶۰۶	۱/۹۹۴	۱۵/۷۶۱
سابقه افتادن	۰/۵۶۲	۰/۵۲۱	۱/۷۵۴	۰/۳۱۵	۹/۷۵۹
مصرف کورتیکواستروئید	۰/۴۵۱	۰/۵۷۸	۱/۵۷۰	۰/۳۲۱	۷/۶۸۱
فشار خون بالا	۰/۲۷۶	۰/۵۵۱	۱/۳۱۷	۰/۵۳۲	۳/۲۵۹
سابقه بیماری‌های شناختی	۱/۵۱۱	۰/۰۱۹	۴/۵۲۹	۱/۲۷۹	۱۶/۰۴۷
نوع جراحی (غیر DHS در مقابل DHS)	۱/۶۸۰	۰/۰۰۲	۵/۳۶۷	۱/۸۸۲	۱۵/۳۰۸
مقدار ثابت (Constant)	-۶/۹۳۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	-	-

DHS= Dynamic Hip Screw.

از جمله محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به طراحی گذشته‌نگر و تک مرکزی آن اشاره کرد که ممکن است تعمیم‌پذیری نتایج را محدود سازد. همچنین، برخی داده‌های بالینی مانند شدت بیماری‌های زمینه‌ای و شاخص‌های تغذیه‌ای در دسترس نبودند. علاوه بر این، انتخاب روش جراحی (DHS در مقابل غیر DHS) ممکن است تحت تأثیر عواملی مانند شدت شکستگی، مهارت جراح یا امکانات بیمارستان باشد که به دلیل طراحی گذشته‌نگر مطالعه، کنترل نشده‌اند. عدم پیگیری بلندمدت برای همه بیماران نیز یکی دیگر از محدودیت‌های این مطالعه به شمار می‌رود.

### نتیجه‌گیری

یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که سن بالا، استئوپروز، سابقه شکستگی، اختلالات شناختی، تأخیر در جراحی و نوع روش جراحی از عوامل خطر مستقل مرگ‌ومیر پس از جراحی شکستگی اینترتروکانتریک محسوب می‌شوند. بر این اساس، طراحی پروتکل‌های درمانی مبتنی بر ریسک برای بیماران سالمند، به‌ویژه با در نظر گرفتن وضعیت شناختی و استخوانی آن‌ها، می‌تواند به کاهش مرگ‌ومیر و بهبود پیامدهای درمانی کمک کند. همچنین فراهم ساختن امکانات برای جراحی به‌موقع و انتخاب تکنیک جراحی مناسب، نقش کلیدی در ارتقاء نتایج بالینی ایفا می‌کند.

### منابع

- Ghasemi F, Esmaeilnejad-Ganji SM, Manafi Rasi A, Afzal S, Baroutkoub M, Tavassoli M. Evaluation of quality of life and associated factors in patients with intertrochanteric femoral fracture. *Plos one*. 2023;18(11):e0293686. DOI: 10.1371/journal.pone.0293686.
- Seong YJ, Jang JH, Jeon SB, Moon NH. Characteristics and surgical outcomes of intertrochanteric or subtrochanteric fractures associated with ipsilateral femoral shaft fractures treated with closed intramedullary nailing: a review of 31 consecutive cases over four years at a single institution. *Hip & Pelvis*. 2019;31(4):190-199. DOI: 10.5371/hp.2019.31.4.190
- Nasab SA, Khorramdin E. The assessment of mortality and quality of life after intertrochanteric fracture of femur in patients older than 60 at Emam Khomeini Hospital of Ahvaz. *Pakistan journal of medical sciences*. 2017;33(4):895-898. DOI: 10.12669/pjms.334.13146.
- Karagiannis A, Papakitsou E, Dretakis K, Galanos A, Megas P, Lambiris E, Lyritis GP. Mortality rates of patients with a hip fracture in a southwestern district of Greece: ten-year follow-up with reference to the type of fracture. *Calcified tissue international*. 2006;78:72-77. DOI: 10.1007/s00223-005-0169-6.
- Schnell S, Friedman SM, Mendelson DA, Bingham KW, Kates SL. The 1-year mortality of patients treated in a hip fracture program for elders. *Geriatric orthopaedic surgery & rehabilitation*. 2010;1(1):6-14. DOI: 10.1177/2151458510378105

همچنین وجود اختلالات شناختی مانند دمانس، با افزایش ۶۸ درصدی خطر مرگ‌ومیر همراه بود. این یافته با نتایج مطالعه Ha YC و همکاران و مطالعه AbuAlrob و همکاران همسو است که گزارش دادند بیماران دارای زوال عقل، مرگ‌ومیر بالاتری پس از جراحی شکستگی هیپ دارند<sup>(۱۴،۱۵)</sup>. این افزایش مرگ‌ومیر می‌تواند ناشی از کاهش همکاری بیمار در توان‌بخشی، خطر بالاتر پنومونی ناشی از بی‌حرکی و سوءتغذیه باشد<sup>(۱۶،۱۸)</sup>. در مطالعه حاضر، استفاده از روش‌های غیر از DHS با افزایش معنادار مرگ‌ومیر همراه بود و تحلیل رگرسیون نشان داد که احتمال مرگ‌ومیر در این بیماران تا حدود ۷ برابر افزایش می‌یابد. این یافته با نتایج مطالعه Olof و همکاران همسو است؛ که به بررسی نرخ مرگ‌ومیر ۱۹،۹۳۵ بیمار بالای ۶۰ سال مبتلا به شکستگی اینترتروکانتریک پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که که فیکساسیون با استفاده از نیل داخل‌استخوانی (Intramedullary Nailing) نسبت به استفاده از پیچ هیپ (Hip Screw)، با افزایش معنادار خطر مرگ در ۳۰ روز نخست پس از جراحی همراه است<sup>(۱۹)</sup>. با این حال، مطالعه López-Hualda و همکاران که ۱۵۲ بیمار را بین دو روش DHS و نیل پیشرفته ترکانتریک (TFNA) مقایسه کرد، نشان داد گرچه مرگ‌ومیر در گروه DHS بیشتر بود، اما این موضوع صرفاً به نوع ایمپلنت مربوط نمی‌شد؛ بلکه تأخیر بیشتر در زمان انجام جراحی در این گروه احتمالاً نقش کلیدی در افزایش مرگ‌ومیر داشت<sup>(۲۰)</sup>.

این یافته‌ها بر اهمیت زمان‌بندی جراحی به عنوان یک عامل تعیین‌کننده در بقاء بیماران مبتلا به شکستگی اینترتروکانتریک تأکید می‌کنند. تناقضات بین نتایج مطالعات می‌تواند ناشی از تفاوت در ویژگی‌های بیماران، شدت شکستگی‌ها، نحوه انتخاب روش جراحی و مدیریت پس از عمل باشد. از این رو، انتخاب تکنیک جراحی باید متناسب با نوع شکستگی و شرایط بالینی هر بیمار صورت گیرد. مطالعات آینده باید با تمرکز بر عوامل کلیدی مانند زمان جراحی، شدت شکستگی و شرایط بیمار، تأثیر روش‌های جراحی مختلف را بر مرگ‌ومیر و عوارض بعدی بررسی کنند. یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که تأخیر در جراحی (افزایش فاصله بین بستری تا عمل) با افزایش معنادار مرگ‌ومیر همراه بود. میانگین این فاصله در گروه فوت‌شده بیش از ۷ روز بود، در حالی که در گروه زنده‌مانده حدود ۴ روز بود. مطالعه Chang نیز همسو با مطالعه حاضر نشان داد که جراحی با تأخیر بیش از دو روز، خطر مرگ‌ومیر را افزایش می‌دهد<sup>(۲۱)</sup> که این موضوع ممکن است مرتبط با بروز زخم بستر، عفونت تنفسی و لخته‌های وریدی در دوران پیش از عمل باشد<sup>(۲۲،۲۳)</sup>. در نهایت در مطالعه حاضر، فشار خون بالا نیز با مرگ‌ومیر ارتباط معنادار داشت، در حالی که دیابت، مصرف الکل، سیگار و مصرف کورتیکواستروئید ارتباط معناداری با مرگ‌ومیر نشان ندادند. مطالعه Babagoli و همکاران نیز همسو با مطالعه حاضر گزارش کرد که فشار خون بالا با افزایش معنادار مرگ‌ومیر در بیمارستان و مرگ‌ومیر بلندمدت همراه است، در حالی که دیابت تنها با مرگ‌ومیر طولانی‌مدت ارتباط داشت و هیچ اثر معناداری بر مرگ‌ومیر در بیمارستان نداشت<sup>(۲۴)</sup>.

- 6 Zhao F, Wang X, Dou Y, Wang H, Zhang Y. Analysis of risk factors for perioperative mortality in elderly patients with intertrochanteric fracture. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*. 2019;29(1):59-63. DOI: 10.1007/s00590-018-2285-9
- 7 Kim JW, Kim DH, Jang EC, Lee YK, Koo KH, Ha YC. Mortality and its risk factors in nonagenarians after hip fractures. *Journal of orthopaedic science*. 2019;24(5):850-854. DOI: 10.1016/j.jos.2019.019/02
- 8 Hu F, Jiang C, Shen J, Tang P, Wang Y. Preoperative predictors for mortality following hip fracture surgery: a systematic review and meta-analysis. *Injury*. 2012;43(6):676-685. DOI: 10.1016/j.injury.2011.017/05
- 9 Gruber R, Koch H, Doll BA, Tegtmeier F, Einhorn TA, Hollinger JO. Fracture healing in the elderly patient. *Experimental gerontology*. 2006;41(11):1080-1093. DOI: 10.1016/j.exger.2006.09.008
- 10 Barceló M, Francia E, Romero C, Ruiz D, Casademont J, Torres OH. Hip fractures in the oldest old. Comparative study of centenarians and nonagenarians and mortality risk factors. *Injury*. 2018;49(12):2198-2202. DOI: 10.1016/j.injury.2018.09.043
- 11 Schemitsch E, Adachi JD, Brown JP, Tarride JE, Burke N, Oliveira T, Slatkowska L. Hip fracture predicts subsequent hip fracture: a retrospective observational study to support a call to early hip fracture prevention efforts in post-fracture patients. *Osteoporosis International*. 2022;33(1):113-122. DOI: 10.1007/s00198-021-06080-5
- 12 Klotzbuecher CM, Ross PD, Landsman PB, Abbott III TA, Berger M. Patients with prior fractures have an increased risk of future fractures: a summary of the literature and statistical synthesis. *Journal of bone and mineral research*. 2000;15(4):721-739. DOI: 10.1359/jbmr.2000.15.4.721
- 13 Okkaoglu MC, Ozdemir E, Yaradilmis U, Altay M. Is radiographic osteoporotic hip morphology a predictor for high mortality following intertrochanteric femur fractures?: osteoporotic hip morphology & mortality. *Injury*. 2022;53(6):2184-2188. DOI: 10.1016/j.injury.2021.01.033
- 14 Ha YC, Cha Y, Yoo JI, Lee J, Lee YK, Koo KH. Effect of dementia on postoperative mortality in elderly patients with hip fracture. *Journal of Korean medical science*. 2021;36(38):e238. DOI: 10.3346/jkms.2021.36.e238
- 15 AbuAlrob H, Afeef VM, Shurman A, Shulkin A, Azizudin A, Hillier L, Ioannidis G, Thabane L, Griffith LE, Costa AP, Papaioannou A. Scoping review exploring the impact of hip fracture in older adults with cognitive impairment or dementia. *BMJ open*. 2025;15(4):e093893. DOI: 10.1136/bmjopen-2024-093893
- 16 Seitz DP, Adunuri N, Gill SS, Rochon PA. Prevalence of dementia and cognitive impairment among older adults with hip fractures. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2011;12(8):556-564. DOI: 10.1016/j.jamda.2010.12.001
- 17 Givens JL, Sanft TB, Marcantonio ER. Functional recovery after hip fracture: the combined effects of depressive symptoms, cognitive impairment, and delirium. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2008;56(6):1075-1079. DOI: 10.1111/j.1532-5415.2008.01711.x
- 18 Bell JJ, Pulle RC, Crouch AM, Kuys SS, Ferrier RL, Whitehouse SL. Impact of malnutrition on 12-month mortality following acute hip fracture. *ANZ journal of surgery*. 2016;86(3):157-161. DOI: 10.1111/ans.13429
- 19 Olof WO, Mukka S, Ekelund J, Rogmark C, Möller M, Hailer NP. Increased mortality after intramedullary nailing of trochanteric fractures: a comparison of sliding hip screws with nails in 19,935 patients. *Acta Orthopaedica*. 2022;93:146-150. DOI: 10.2340/17453674.2021.862
- 20 López-Hualda A, Arruti-Pérez E, Bebea-Zamorano FN, Sosa-Reina MD, Villafañe JH, Martínez-Martin J. Morbidity and mortality analysis in the treatment of intertrochanteric hip fracture with two fixation systems: dynamic hip screw (DHS) or trochanteric fixation nail advance (TFNA). *Geriatrics*. 2023;8(3):66. DOI: 10.3390/geriatrics8030066
- 21 Chang W, Lv H, Feng C, et al. Preventable risk factors of mortality after hip fracture surgery: systematic review and meta-analysis. *Int J Surg*. 2018;52:320-328. DOI:10.1016/j.ijisu.2018.061/02.8.
- 22 Simunovic N, Devereaux PJ, Sprague S, Guyatt GH, Schemitsch E, DeBeer J, Bhandari M. Effect of early surgery after hip fracture on mortality and complications: systematic review and meta-analysis. *Cmaj*. 2010;182(15):1609-1616. DOI: 10.1503/cmaj.092220
- 23 Taoka T, Ohmori T, Kanazawa T, Toda K, Ishihara T, Ito Y. Delayed surgery after hip fracture affects the incidence of venous thromboembolism. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 2023;18(1):630. DOI: 10.1186/s13018-023-04122-8
- 24 Babagoli M, Ghaseminejad Raeini A, Sheykhvatan M, Baghdadi S, Shafiei SH. Influencing factors on morbidity and mortality in intertrochanteric fractures. *Scientific Reports*. 2023;13(1):12090. DOI: 10.1038/s41598-023-38667-9

## تأثیر جراحی ارتوپدی در سینماتیک راه رفتن، تعادل وضعیتی و سرعت راه رفتن در کودکان مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک: رویکردی چندبعدی

### چکیده:

**مقدمه:** فلج مغزی اسپاستیک (CP) شایع‌ترین ناتوانی حرکتی در کودکان است که با اسپاستیسیته مزمن، سفتی عضلانی و اختلال در کنترل حرکتی مشخص می‌شود و به اختلالات راه رفتن، ناپایداری وضعیتی و کاهش سرعت راه رفتن منجر می‌شود. جراحی ارتوپدی شامل طولانی کردن تاندون‌ها و رهاسازی عضلات به‌طور روزانه برای اصلاح ناهنجاری‌های اسکلتی-عضلانی و بهبود عملکرد حرکتی به کار می‌رود. با این حال، میزان تأثیر این جراحی‌ها در سینماتیک راه رفتن، تعادل وضعیتی و سرعت راه رفتن نامشخص است. هدف این مطالعه ارزیابی تأثیر جراحی ارتوپدی در سینماتیک راه رفتن، تعادل وضعیتی و سرعت گام‌برداری در کودکان مبتلا به CP اسپاستیک با استفاده از رویکردی چندبعدی بود.

**مواد و روش‌ها:** مشاهده‌ای آینده‌نگرانه کوهورت بر روی ۳۰ کودک (۵ تا ۱۲ سال، سطوح GMFCS I تا GMFCS III)، که برای جراحی ارتوپدی برنامه‌ریزی شده بودند، انجام شد. شرکت‌کنندگان قبل از عمل و در فواصل ۶ و ۱۲ ماه پس از جراحی ارزیابی شدند. متغیرهای مورد بررسی شامل سینماتیک راه رفتن (طول گام، کادنس، زوایای مفصلی)، تعادل وضعیتی (مقیاس تعادل کودکان [PBS])، آزمون برخاستن و رفتن زمان‌دار [TUG] و سرعت راه رفتن (آزمون راه رفتن ۱۰ متری [10MWT]) بودند. داده‌ها با استفاده از ANOVA با اندازه‌های تکراری تحلیل شدند و اندازه اثر کوهن (Cohen's d) محاسبه شد.

**نتایج و بحث:** در ۱۲ ماه پس از جراحی، بهبود معناداری در تمامی متغیرهای پیامدی مشاهده شد. طول گام ۱۲/۵ درصد ( $p < 0/01$ ) و کادنس ۸/۳ درصد ( $p < 0/05$ ) افزایش یافت. زاویه فلکسیون زانو و دُرسی فلکسیون مچ پا نیز به‌طور معناداری بهبود یافتند ( $p < 0/01$ ). تعادل وضعیتی بهتر شد، به‌طوری که نمره PBS از ۴۲/۳ به ۴۸/۷ افزایش ( $p < 0/01$ ) و زمان آزمون TUG از ۱۲/۵ به ۹/۸ ثانیه کاهش یافت ( $p < 0/01$ ). سرعت راه رفتن در حالت عادی ۱۸/۶ درصد و در حالت سریع ۱۵/۲ درصد بهبود یافت ( $p < 0/01$ ). تحلیل زیرگروه‌ها نشان داد که کودکان با سطح I GMFCS بهبود بیشتری از سطوح II و III GMFCS داشتند ( $p < 0/05$ ). تفاوت معناداری بین روش‌های طولانی کردن تاندون و رهاسازی عضلات مشاهده نشد ( $p < 0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** جراحی ارتوپدی به‌طور معناداری سینماتیک راه رفتن، تعادل وضعیتی و سرعت گام‌برداری را در کودکان مبتلا به CP اسپاستیک بهبود می‌بخشد و این پیامدها تا ۱۲ ماه پس از جراحی پایدار می‌مانند. یافته‌ها بر اهمیت مداخلات جراحی و پروتکل‌های توانبخشی فردی در بهبود تحرک عملکردی و کیفیت زندگی این بیماران تأکید می‌کنند.

**واژگان کلیدی:** فلج مغزی، جراحی ارتوپدی، راه رفتن

پذیرش مقاله: ۴۱ روز قبل از چاپ

دکتر خدیجه کاظمی، دکتر مسعود شایسته آذر، مرضیه مرادی، امیثم نظام‌الدینی، دکتر مسعود غریب

### مقدمه

۱. گروه آموزشی توانبخشی، دانشکده پیراپزشکی ساری، ساری، ایران  
۲. مرکز تحقیقات ارتوپدی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

شایع‌ترین ناتوانی حرکتی در کودکان فلج مغزی اسپاستیک (CP) است که با اسپاستیسیته مزمن، سفتی عضلات و اختلال در کنترل حرکتی مشخص می‌شود<sup>(۱)</sup>. این ناتوانی‌های عصبی اغلب به بدشکلی‌های شدید در الگوی راه رفتن، بی‌ثباتی وضعیتی و کاهش سرعت راه رفتن منجر می‌شوند و در نتیجه در تحرک عملکردی و کیفیت زندگی این کودکان تأثیر چشمگیری می‌گذارند<sup>(۲)</sup>. برای اصلاح ناهنجاری‌های اسکلتی-عضلانی و بهبود عملکرد حرکتی معمولاً از روش‌های جراحی ارتوپدی مانند طولانی‌سازی تاندون یا آزادسازی عضلات استفاده می‌شود<sup>(۳)</sup>. با این حال، رابطه بین این اعمال جراحی و تأثیر آن‌ها در سینماتیک راه رفتن، تعادل وضعیتی و سرعت راه رفتن همچنان محور پژوهش‌های علمی است<sup>(۴)</sup>.

انحراف در الگوی راه رفتن در کودکان مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک معمولاً با بیش‌کشیدگی زانو، وضعیت اکواینوس پا (قرارگیری پا به سمت پایین) و چرخش داخلی مفصل ران تعریف می‌شود که به الگوهای راه رفتن ناکارآمد و پرمصرف از نظر انرژی منجر می‌شود<sup>(۵)</sup>. تعادل وضعیتی بدنی که جزء مهمی از تحرک عملکردی به شمار می‌رود، معمولاً به دلیل اختلال در حس عمقی و هماهنگی عضلانی آسیب می‌بیند<sup>(۶)</sup>.

نویسنده مسئول:  
دکتر مسعود غریب

Email address:  
Gharib\_masoud@yahoo.com

گذشته و وجود بیماری‌های همراه غیر از فلج مغزی که می‌توانستند در تحرک تأثیر بگذارند. تعداد ۳۰ شرکت‌کننده از یک کلینیک توان‌بخشی کودکان GMFCS III جذب شدند که نماینده خوبی از کودکان مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک بود.

### روش‌های جراحی

طولانی‌سازی تاندون، برای اصلاح کوتاهی تاندون آشیل و عضلات همسترینگ.

آزادسازی عضلات (طولانی‌سازی تدریجی)، به منظور افزایش دامنه حرکتی مفصل و بهبود تراز آن.

برنامه جراحی بر اساس تحلیل راه رفتن (پارامترهای سینماتیک و کینتیک) و معاینات بالینی (مقیاس تعدیل شده تاردیو برای اسپاستیسیته و دامنه حرکتی غیرفعال) تنظیم شد. طولانی‌سازی آشیل برای بیمارانی که در راه رفتن بیش از ۱۰ درجه اکینوس داشتند در اولویت قرار گرفت. آزادسازی همسترینگ زمانی انجام شد که خم شدن زانو بیش از ۴۵ درجه در مرحله میانی ایستادن ادامه داشت. تمامی اقدامات جراحی را جراح ارتوپدی و کاردرمانی متخصص در فلج مغزی انجام دادند و پروتکل‌های پس از عمل به صورت استاندارد رعایت شدند.

### معیارهای سنجش پیامدها

#### سینماتیک راه رفتن

شرکت‌کنندگان با سرعت انتخابی خود در طول مسیری ۱۰ متری راه رفتند، درحالی‌که نشانگرهای بازتابنده بر روی نقاط آناتومیک اصلی بدن قرار داده شده بودند. پارامترهای راه رفتن مانند طول گام، تعداد گام در دقیقه (کادانس) و زوایای مفاصل با استفاده از فناوری ثبت حرکات استخراج شدند.

#### تعداد وضعیت‌ها

با استفاده از ابزارهای استاندارد بالینی مانند مقیاس تعادل کودکان (PBS) و آزمون زمان ایستادن و حرکت (TUG) ارزیابی شد. این ابزارها تعادل ایستا و پویا و تحرک عملکردی را اندازه‌گیری می‌کنند.

#### سرعت راه رفتن

با استفاده از آزمون راه رفتن ۱۰ متری (10MWT) اندازه‌گیری شد که در آن شرکت‌کنندگان با سرعت راحت و سرعت سریع خود راه رفتند. زمان طی مسیر با استفاده از کرنومتر ثبت شد و سرعت بر حسب متر بر ثانیه (m/s) محاسبه شد.

#### روش جمع‌آوری داده‌ها

اندازه‌گیری‌های پیش‌عمل یا پایه مربوط به راه رفتن، تعادل و سرعت راه رفتن، ۱ تا ۲ هفته قبل از جراحی انجام شد. ارزیابی‌های پیگیری در ۶ ماه و ۱۲ ماه پس از جراحی انجام شد. تمامی آزمون‌ها را پژوهشگران و فیزیوتراپیست‌های آموزش‌دیده به منظور تضمین سازگاری و اعتبار انجام دادند.

سرعت راه رفتن نیز که یک معیار عملکردی مهم در بررسی‌های بالینی است در این کودکان کاهش می‌یابد و توانایی شرکت در فعالیت‌های روزمره زندگی را بیشتر محدود می‌سازد<sup>(۷)</sup>. مداخلات جراحی با هدف اصلاح ناهماهنگی‌های اسکلتی-عضلانی و کاهش اسپاستیسیته انجام می‌شوند، اما اینکه این تغییرات تا چه حد به بهبود راه رفتن، تعادل و سرعت حرکت می‌انجامند هنوز مشخص نیست<sup>(۸)</sup>.

مطالعات اخیر توجه را به مزایای بالقوه جراحی ارتوپدی در اصلاح پارامترهای راه رفتن و بهبود نتایج عملکردی در کودکان مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک معطوف کرده‌اند<sup>(۹)</sup>. باین حال، داده‌ها معمولاً ناهمگن هستند؛ برخی تحقیقات بهبودهای قابل توجه و معناداری در سرعت راه رفتن و تعادل را گزارش می‌کنند، درحالی‌که برخی دیگر تنها تغییرات اندک یا موقتی را مشاهده کرده‌اند<sup>(۱۰)</sup>. این ناهمگونی داده‌ها نشان می‌دهد که تحلیل دقیق تأثیر درمان جراحی نیازمند رویکردی چندبعدی شامل ارزیابی‌های بیومکانیکی، بالینی و عملکردی است<sup>(۱۱،۱۲)</sup>.

این مطالعه، با هدف بررسی تأثیر جراحی ارتوپدی در سینماتیک راه رفتن، وضعیت تعادلی و سرعت راه رفتن در کودکان مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک، تلاش دارد تا خلأ موجود در این زمینه را پر کند.

ما تلاش می‌کنیم تا درک جامعی از چگونگی تأثیر جراحی در این جنبه‌های حیاتی ارائه دهیم. نتایج این مطالعه نه تنها به افزایش شواهد موجود درباره نتایج جراحی کمک خواهد کرد، بلکه می‌تواند در تصمیم‌گیری‌های بالینی، برنامه‌ریزی توان‌بخشی و مدیریت مراقبت‌های بلندمدت کودکان مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک راهگشا باشد.

## مواد و روش‌ها

### طرح مطالعه

ما از طرح مطالعه مشاهده‌ای آینده‌نگرانه کوهورت برای بررسی تأثیر جراحی ارتوپدی در تعادل وضعیت‌ها و سرعت راه رفتن در کودکان مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک (CP) استفاده کردیم. شرکت‌کنندگان در سه زمان مختلف ارزیابی شدند: قبل از جراحی (خط مبنا)، ۶ ماه پس از جراحی و ۱۲ ماه پس از جراحی. این طراحی طولی امکان ارزیابی نتایج کوتاه‌مدت و بلندمدت پس از جراحی را فراهم کرد.

### مشارکت‌کنندگان

کودکان ۵ تا ۱۲ سال با تشخیص قطعی فلج مغزی اسپاستیک همی‌پلژیک و دی‌پلژیک سطوح GMFCS I تا GMFCS III برای مداخله جراحی ارتوپدی (طولانی‌سازی تاندون یا آزادسازی عضلات) به عنوان بخشی از استراتژی درمانی خود برنامه‌ریزی شده بودند. شرکت‌کنندگان باید می‌توانستند دستورات را درک و از آن‌ها پیروی کنند و تمایل به شرکت در آزمون‌های راه رفتن و تعادل داشته باشند. همچنین، رضایت‌نامه کتبی آگاهانه از والدین یا سرپرست قانونی آن‌ها گرفته شد. معیارهای حذف عبارت بودند از اختلالات عمیق شناختی یا حسی که انجام دادن آزمون‌ها را مختل می‌کرد، جراحی ارتوپدی قبلی در ۱۲ ماه

## تحلیل داده‌ها

## تحلیل آماری

آمار توصیفی (میانگین، انحراف معیار) برای توصیف ویژگی‌های شرکت‌کنندگان و معیارهای نتایج محاسبه شد. آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری (Repeated-measures ANOVA) برای مقایسه تغییرات پارامترهای راه رفتن، تعادل و سرعت راه رفتن در سه زمان مختلف انجام شد. آزمون‌های پس‌رو با تصحیح بونفرونی (Bonferroni) برای شناسایی تفاوت‌های معنادار بین زمان‌ها به کار رفت. مقدار  $p$  کمتر از ۰/۰۵ سطح معناداری آماری در نظر گرفته شد.

## محاسبه اندازه اثر

اندازه اثر کوهن به منظور تعیین میزان تغییرات در معیارهای نتایج و درک اهمیت بالینی یافته‌ها محاسبه شد.

## ملاحظات اخلاقی

مجوز کمیته اخلاق برای انجام این مطالعه از بیمارستان امام خمینی دانشگاه علوم پزشکی مازندران دریافت شد (کد اخلاق: IR.MAZUMS.IMAMHOSPITAL.REC.1399.6937).

رضایت‌نامه کتبی آگاهانه از والدین یا سرپرستان قانونی دریافت شد و در صورت امکان رضایت کتبی از کودکان نیز گرفته شد. تمامی داده‌ها به صورت ناشناس نگهداری و به روش ایمن ذخیره شدند تا محرمانگی شرکت‌کنندگان حفظ شود.

## نتایج

## ویژگی‌های شرکت‌کنندگان

در مجموع، ۳۰ کودک مبتلا به فلج مغزی اسپاتیک (CP) با سطوح GMFCS I تا GMFCS III در مطالعه شرکت کردند. میانگین سن شرکت‌کنندگان  $8/2 \pm 2/1$  سال بود که شامل ۱۶ پسر (۵۳/۳ درصد) و ۱۴ دختر (۴۶/۷ درصد) می‌شد. توزیع سطوح GMFCS به شرح زیر بود: سطح GMFCS I (۱۲ نفر، ۴۰ درصد)، سطح GMFCS II (۱۰ نفر، ۳۳/۳ درصد) و سطح GMFCS III (۸ نفر، ۲۶/۷ درصد). از نظر نوع فلج، ۲۲ بیمار (۷۳/۳ درصد) دی‌پلژیک بودند، ۸ نفر GMFCS I، ۸ نفر GMFCS II، ۶ نفر GMFCS III و ۸ بیمار (۲۶/۷ درصد) همی‌پلژیک بودند، ۴ نفر GMFCS I، ۲ نفر GMFCS II و ۲ نفر GMFCS III. تمام بیماران تحت درمان با طولانی‌سازی تاندون (۱۸ نفر، ۶۰ درصد) و آزادسازی عضلات (۱۲ نفر، ۴۰ درصد) قرار گرفتند (جدول ۱). در میان آن‌ها، ۱۲ بیمار طولانی‌سازی تاندون آشیل و ۴ بیمار طولانی‌سازی همسترینگ داشتند.

## سینماتیک راه رفتن

بهبودهایی در پارامترهای راه رفتن در مراحل اولیه پس از عمل مشاهده شد (جدول ۲). طول گام در ۱۲ ماه پس از جراحی نسبت به خط مبنا ۱۲/۵ درصد افزایش یافت ( $p < 0/01$ ) و کادانس ۸/۳ درصد افزایش داشت ( $p < 0/05$ ). تمامی زوایای مفاصل، از جمله خم شدن زانو و درسی‌فلکسیون مچ پا، به‌طور معناداری بهبود یافتند ( $p < 0/01$ ).

جدول ۱: مشخصات جمعیت‌شناختی و بالینی شرکت‌کنندگان

ویژگی	ارزش (n = ۳۰)
سن (سال)	$8/2 \pm 2/1$
جنسیت (مرد، زن)	۱۴، ۱۶
سطح GMFCS I	۱۲ (۴۰٪)
سطح GMFCS II	۱۰ (۳۳٪)
سطح GMFCS III	۸ (۲۶٪)
روند جراحی	
طولانی‌سازی تاندون	۱۸ (۶۰٪)
آزادسازی عضله	۱۲ (۴۰٪)

جدول ۲: تغییرات سینماتیک راه رفتن در طول زمان

پارامتر	طرح مبنا	۶ ماه پس از جراحی	۱۲ ماه پس از جراحی	p-value
طول گام (سانتی‌متر)	$78/3 \pm 6/2$	$84/5 \pm 5/8$	$88/1 \pm 6/0$	$< 0/01$
کادانس (گام در دقیقه)	$102/4 \pm 8/1$	$108/2 \pm 7/5$	$110/9 \pm 7/2$	$< 0/05$
فلکسیون زانو	$42/5 \pm 5/3$	$38/2 \pm 4/8$	$36/0 \pm 4/5$	$< 0/01$
درسی‌فلکسیون مچ	$10/1 \pm 1/8$	$8/5 \pm 1/9$	$10/1 \pm 1/8$	$< 0/01$

**تعالد وضعیتی**

تعالد وضعیتی که از طریق مقیاس تعادل کودکان (PBS) و آزمون زمان ایستادن و حرکت (TUG) اندازه‌گیری شد، به‌طور قابل‌توجهی در طول زمان بهبود یافت (جدول ۳).

میانگین نمره PBS از  $42/3 \pm 4/1$  در خط مبنا به  $48/7 \pm 3/8$  در ۱۲ ماه پس از جراحی افزایش یافت ( $p < 0/01$ ). زمان انجام آزمون TUG نیز از  $12/5 \pm 2/3$  ثانیه در خط مبنا به  $9/8 \pm 1/9$  ثانیه در ۱۲ ماه پس از جراحی کاهش یافت ( $p < 0/01$ ).

**سرعت راه رفتن**

سرعت راه رفتن با استفاده از آزمون راه رفتن ۱۰ متری (10MWT) نشان‌دهنده بهبودهای قابل‌توجه پس از عمل بود (جدول ۴).

سرعت راه رفتن راحت سریع ۱۸/۶ درصد ( $p < 0/01$ ) و سرعت راه رفتن سریع ۱۵/۲ درصد ( $p < 0/01$ ) در مقایسه با وضعیت پیش از عمل در ۱۲ ماه پس از جراحی افزایش یافت.

**اندازه اثر**

اندازه اثرها (Cohen's d) برای بهبود در معیارهای نتایج محاسبه شد تا بزرگی این بهبودها ارزیابی شود (جدول ۵). اندازه اثرهای بزرگ برای بهبود طول گام ( $d = 1/2$ ) نمره مقیاس تعادل کودکان (PBS) ( $d = 1/5$ ) و سرعت راه رفتن راحت ( $d = 1/3$ ) مشاهده شد که نشان‌دهنده بهبودهای بالینی قابل‌توجه است.

**تحلیل زیرگروه**

تحلیل زیرگروه بر اساس سطوح GMFCS نشان داد که کودکان در سطح GMFCS I بهبودهای بیشتری در سرعت راه رفتن و تعادل در مقایسه با کودکان در سطوح GMFCS II و GMFCS III داشتند ( $p < 0/05$ ) (جدول ۶). با این حال، بهبود قابل‌توجهی در سینماتیک راه رفتن و عملکرد در تمام زیرگروه‌ها مشاهده شد.

**مقایسه بین روش‌های جراحی**

مقایسه نتایج بین آژادسازی عضلات و طولانی‌سازی تاندون تفاوت معناداری نشان نداد ( $p < 0/05$ ) (جدول ۷). در اصلاح راه رفتن، تعادل و سرعت راه رفتن، تفاوتی در نتایج بین دو روش جراحی مشاهده نشد.

**جدول ۳: تغییرات تعادل وضعیتی در طول زمان**

اندازه	خط مبنا	۶ ماه پس از جراحی	۱۲ ماه پس از جراحی	p-value
نمره PBS (۵۶-۰)	$42/3 \pm 4/1$	$46/2 \pm 3/9$	$48/7 \pm 3/8$	$< 0/01$
آزمون TUG (بر حسب ثانیه)	$12/5 \pm 2/3$	$10/4 \pm 2/1$	$9/8 \pm 1/9$	$< 0/01$

**جدول ۴: تغییرات سرعت راه رفتن در طول زمان**

پارامترها	خط مبنا	۶ ماه پس از جراحی	۱۲ ماه پس از جراحی	p-value
راه رفتن با سرعت عادی (متر بر ثانیه)	$0/82 \pm 0/15$	$0/94 \pm 0/14$	$0/97 \pm 0/13$	$< 0/01$
راه رفتن با سرعت تند (متر بر ثانیه)	$1/12 \pm 0/18$	$1/25 \pm 0/17$	$1/29 \pm 0/16$	$< 0/01$

**جدول ۵: اندازه اثر برای معیارهای نتایج**

میزان اثر	اندازه اثر (اثر کوهن)
طول گام	۱/۲
کادنس	۰/۸
فلکسیون زانو	۱/۱
درسی فلکسیون مچ	۱/۴
نمره PBS	۱/۵
آزمون TUG	۱/۳

جدول ۶: تحلیل زیرگروه بر اساس سطح GMFCS

اندازه اثر	سطح I GMFCS	سطح II GMFCS	سطح III GMFCS	p-value
طول گام (سانتی‌متر)	۹۰/۲ ± ۵/۸	۸۶/۴ ± ۶/۱	۸۳/۵ ± ۵/۹	<۰/۰۵
نمره PBS	۵۰/۱ ± ۳/۵	۴۷/۸ ± ۳/۷	۴۵/۲ ± ۳/۹	<۰/۰۵
راه رفتن با سرعت عادی (متر بر ثانیه)	۱/۰۲ ± ۰/۱۲	۰/۹۵ ± ۰/۱۴	۰/۸۹ ± ۰/۱۵	<۰/۰۵

جدول ۷: مقایسه نتایج بر اساس نوع روش جراحی

اندازه اثر	طولانی‌سازی تاندون	آزادسازی عضله	p-value
طول گام (سانتی‌متر)	۸۷/۵ ± ۶/۱	۸۸/۳ ± ۶/۱	>۰/۰۵
نمره PBS	۴۸/۵ ± ۳/۷	۴۸/۹ ± ۳/۶	>۰/۰۵
راه رفتن با سرعت عادی (متر بر ثانیه)	۰/۹۶ ± ۰/۱۳	۰/۹۸ ± ۰/۱۲	>۰/۰۵

## بحث

را می‌توان به بهبود تراز مفاصل و کاهش اسپاستیسیته نسبت داد که باعث حرکات هماهنگ‌تر و پایدارتر می‌شود<sup>(۱۱)</sup>.

بهبود ۱۸/۶ درصد در سرعت راه رفتن راحت و ۱۵/۲ درصد در سرعت راه رفتن سریع در ۱۲ ماه پس از جراحی به‌ویژه بسیار مهم است. سرعت راه رفتن شاخص ارزشمندی از ظرفیت عملکردی است و ارتباط نزدیکی با مشارکت در جامعه و کیفیت زندگی دارد<sup>(۱)</sup>. بهبودهای مشاهده‌شده نشان می‌دهد که جراحی ارتوپدی نه‌تنها مکانیک راه رفتن را بهبود می‌بخشد، بلکه به افزایش تحرک بالینی قابل‌توجه در زندگی روزمره نیز منجر می‌شود. این یافته‌ها را تحقیقات قبلی که بهبودهای مشابهی در سرعت راه رفتن پس از مداخلات جراحی در کودکان مبتلا به فلج مغزی نشان داده‌اند، تأیید می‌کنند<sup>(۸،۱۷)</sup>.

تحلیل زیرگروه‌ها نشان داد که کودکان با سطح GMFCS یک، در مقایسه با کودکان سطوح دو و سه، پیشرفت بیشتری در سرعت راه رفتن و تعادل داشتند. این یافته با مطالعات قبلی همخوانی دارد که بیان می‌کنند کودکان با اختلالات خفیف‌تر سطح GMFCS یک، به‌دلیل تحرک و کنترل حرکتی بالاتر در سطح پایه، پتانسیل بیشتری برای کسب توانمندی‌های عملکردی دارند<sup>(۱۰)</sup>. با این حال، باید توجه داشت که تمامی زیرگروه‌ها بهبودهای معناداری را تجربه کردند که این امر بر اهمیت جراحی در انواع وسیعی از ظرفیت‌های عملکردی تأکید می‌کند.

تفاوتی بین طولانی‌سازی تاندون و آزادسازی عضله از نظر نتایج مشاهده نشد؛ بدان معنا که هر دو عمل جراحی توانایی مشابهی در بهبود راه رفتن، تعادل و سرعت راه رفتن در کودکان مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک دارند. این یافته‌ها با مطالعه مروری نظام‌مند مک‌گینیلی و همکاران<sup>(۹)</sup> همخوانی دارد که برتری قطعی یک روش بر روش دیگر را نشان نمی‌دهد؛ بنابراین، انتخاب روش جراحی می‌تواند بر اساس ناتوانی‌های خاص اسکلتی-عضلانی و اهداف بالینی هر بیمار تعیین شود.

یافته‌های این مطالعه پیامدهای بالینی مهمی دارند. اول اینکه این نتایج شواهدی ارائه می‌دهند مبنی بر اینکه جراحی ارتوپدی درمان مؤثری برای

در این مطالعه، تأثیر جراحی ارتوپدی در تعادل وضعیتی، سینماتیک راه رفتن و سرعت راه رفتن کودکان مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک (CP) ارزیابی شد. نتایج نشان‌دهنده بهبودهای قابل‌توجه در تمامی معیارهای سنجش در ۶ و ۱۲ ماه پس از جراحی بود که بیشترین میزان بهبود در پیگیری ۱۲ ماهه مشاهده شد. این یافته‌ها پتانسیل مداخلات ارتوپدی مانند طولانی‌سازی تاندون و آزادسازی عضلات را در ارتقای تحرک عملکردی و کیفیت زندگی کودکان مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک برجسته می‌کند.

بهبودهای مشاهده‌شده در سینماتیک راه رفتن، از جمله افزایش طول گام، کاهش خم شدن زانو و بهبود درسی فلکسیون مچ پا، با مطالعات قبلی که نتایج مطلوبی پس از جراحی ارتوپدی در کودکان مبتلا به فلج مغزی گزارش کرده‌اند، همسو است<sup>(۱۳،۱۴)</sup>. افزایش ۱۲/۵ درصد در طول گام و ۸/۳ درصد در کادانس نشان‌دهنده مدیریت جراحی برای غلبه بر ناتوانی‌های اسکلتی-عضلانی است که به الگوهای راه رفتن اقتصادی‌تر و صرفه‌جویانه‌تر در مصرف انرژی منجر می‌شود<sup>(۱۵)</sup>. این تغییرات از نظر بالینی اهمیت دارند، زیرا نشان‌دهنده افزایش تحرک و کاهش هزینه انرژی راه رفتن هستند که برای بهبود مشارکت در فعالیت‌های روزمره ضروری‌اند<sup>(۱۶)</sup>.

بهبودهای قابل‌توجه در تعادل وضعیتی که با مقیاس تعادل کودکان (PBS) و آزمون زمان ایستادن و حرکت (TUG) اندازه‌گیری شد، نشان‌دهنده فواید عملکردی گسترده‌تر جراحی ارتوپدی است. افزایش نمرات PBS از ۴۲/۳ به ۴۸/۷ تعادل ایستا و پویای بهتری را نشان می‌دهد، در حالی که کاهش زمان آزمون TUG از ۱۲/۵ به ۹/۸ ثانیه بیانگر تحرک عملکردی بهبودیافته است. این یافته‌ها با مطالعاتی که نقش مداخلات جراحی در ارتقای کنترل وضعیتی و کاهش خطر سقوط در کودکان مبتلا به فلج مغزی را تأیید می‌کنند همخوانی دارد<sup>(۶)</sup>. پیامدهای مثبت در تعادل

- 5 Wren TA, Rethlefsen S, Kay RM. Prevalence of specific gait abnormalities in children with cerebral palsy: Influence of cerebral palsy subtype, age, and previous surgery. *J Pediatr Orthop.* 2005;25(1):79-83. doi.org/10.1097/00004694-200501000-00018
- 6 Rutz E, Hofmann E, Brunner R. Preoperative botulinum toxin test injections in children with cerebral palsy considering single event multilevel surgery. *Dev Med Child Neurol.* 2013;55(9):774-779. doi.org/10.1007/s00776-010-1509-6
- 7 Novacheck TF, Stout JL, Tervo R. Reliability and validity of the Gillette Functional Assessment Questionnaire as an outcome measure in children with walking disabilities. *J Pediatr Orthop.* 2000;20(1):75-81. doi.org/10.1097/01241398-200001000-00017
- 8 Dreher T, Wolf SI, Maier M, et al. Long-term results after gastrocnemius-soleus intramuscular aponeurotic recession as a part of multilevel surgery in spastic diplegic cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94(7):627-637. doi.org/10.2106/jbjs.k.00096
- 9 McGinley JL, Dobson F, Ganeshalingam R, Shore BJ, Rutz E, Graham HK. Single-event multilevel surgery for children with cerebral palsy: A systematic review. *Dev Med Child Neurol.* 2012;54(2):117-128. doi.org/10.1111/j.1469-8749.2011.04143.x
- 10 Novak I, McIntyre S, Morgan C, et al. A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: State of the evidence. *Dev Med Child Neurol.* 2013;55(10):885-910. doi.org/10.1111/dmnc.12246
- 11 Thomason P, Selber P, Graham HK. Single event multilevel surgery in children with bilateral spastic cerebral palsy: A 5-year prospective cohort study. *Gait Posture.* 2013;37(1):23-28. doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.05.022
- 12 Papageorgiou E, Nieuwenhuys A, Vandekerckhove I, et al. Systematic review on gait classifications in children with cerebral palsy: An update. *Gait Posture.* 2019;69:209-223. doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.01.038
- 13 Gage JR, Novacheck TF. An update on the treatment of gait problems in cerebral palsy. *J Pediatr Orthop B.* 2001;10(4):265-274. doi.org/10.1097/01202412-200110040-00001
- 14 Desloovere K, Molenaers G, Feys H, Huenaerts C, Callewaert B, Van de Walle P. Do dynamic and static clinical measurements correlate with gait analysis parameters in children with cerebral palsy? *Gait Posture.* 2006;24(3):302-313. doi.org/10.1016/j.gaitpost.2005.10.008
- 15 Rodda JM, Graham HK, Carson L, Galea MP, Wolfe R. Sagittal gait patterns in spastic diplegia. *J Bone Joint Surg Br.* 2004;86(2):251-258. doi.org/10.1302/0301-620x.86b2.13878
- 16 Bell KJ, Öunpuu S, DeLuca PA, Romness MJ. Natural progression of gait in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop.* 2002;22(5):677-682. doi.org/10.1097/01241398-200209000-00020
- 17 Wren TA, Rethlefsen S, Kay RM. Prevalence of specific gait abnormalities in children with cerebral palsy: Influence of cerebral palsy subtype, age, and previous surgery. *J Pediatr Orthop.* 2005;25(1):79-83. doi.org/10.1097/00004694-200501000-00018

بهبود راه رفتن، تعادل و سرعت راه رفتن در کودکان مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک است. دوم، فواید بلندمدتی که در ۱۲ ماه پس از جراحی مشاهده شد اهمیت توانبخشی پس از عمل مداوم را برای بهره‌مندی حداکثری از بهبودهای عملکردی برجسته می‌کند. سوم، تحلیل زیرگروه‌ها ضرورت تدوین پروتکل‌های درمانی متناسب با وضعیت عملکردی و نیازهای خاص هر کودک را نشان می‌دهد.

اگرچه این مطالعه مفید است، چند نکته مهم باید ذکر شود. اول، حجم نمونه (۳۰ نفر) ممکن است اعتبار خارجی نتایج را محدود کند. دوم، نبود گروه کنترل باعث می‌شود که جدا کردن اثر جراحی از افزایش طبیعی یا سایر درمان‌ها غیرممکن شود. در آینده، مطالعات با گروه کنترل بزرگ‌تر و حجم نمونه بیشتر برای تأیید این یافته‌ها لازم است. همچنین، دوره‌های پیگیری طولانی‌تر از ۱۲ ماه داده‌های بیشتری درباره ماندگاری نتایج جراحی فراهم خواهد کرد.

### نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان می‌دهد که جراحی ارتوپدی به‌طور قابل‌توجهی سینماتیک راه رفتن، تعادل وضعیتی و سرعت پیاده‌روی را در کودکان مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک بهبود می‌بخشد. یافته‌ها حاکی از پتانسیل مداخلات جراحی در ارتقای تحرک عملکردی و کیفیت زندگی این جمعیت است. پژوهش‌های آتی باید بر بهینه‌سازی فنون جراحی، پروتکل‌های توانبخشی پس از عمل و طرح‌های درمانی فردمحور متمرکز شوند تا نتایج را در کودکان مبتلا به فلج مغزی اسپاستیک بیش‌ازپیش بهینه سازند.

### تقدیر و تشکر

ما صمیمانه از همه کسانی که در این مطالعه به ما کمک کردند سپاسگزاریم.

### منابع

- 1 Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M. A report: The definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl.* 2007;109:8-14. doi.org/10.1111/j.1469-8749.2007.tb12610.x
- 2 Graham HK, Rosenbaum P, Paneth N, et al. Cerebral palsy. *Nat Rev Dis Primers.* 2016;2:15082. doi.org/10.1038/nrdp.2015.82
- 3 Gough M, Shortland AP. Can clinical gait analysis guide the management of ambulant children with cerebral palsy? *J Pediatr Orthop.* 2012;32(Suppl 2):S1-S4. doi.org/10.1097/BPO.0b013e31818e197c
- 4 Thompson N, Stebbins J, Seniorou M, Newham D. The use of gait analysis in the treatment of cerebral palsy. *J Pediatr Orthop.* 2018;38(5):e1-e6. doi.org/10.1302/2058-5241.1.000052

## بررسی تأثیر پوزیشن لگن بر Pelvic incidence

### چکیده:

**مقدمه:** با توجه به اهمیت ثابت بودن زاویه pelvic incidence جهت بررسی راستای ستون مهره‌ها و از طرفی اهمیت زاویه مناسب جهت فیکسیشن ستون مهره‌ها در اعمال جراحی ستون مهره‌ها، هدف از انجام این مطالعه بررسی این زاویه و مقایسه آن در وضعیت‌های Flexion Full و Full Extension بوده است.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه مقطعی، ۴۴ دانشجوی که جهت شرکت در مطالعه داوطلب بودند، مورد ارزیابی دینامیک ویو در دو پوزیشن Full Flexion و Full Extension قرار گرفتند و زاویه pelvic incidence در دو پوزیشن مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. از تمام شرکت‌کنندگان که وارد مطالعه شدند دینامیک ویو در دو حالت ۱- نشسته و خم شدن به جلو در حد توان (Full Flexion) و ۲- حالت دراز کشیده و سپس پاها آویزان از تخت در حد توان فرد (Full Extension) گرفته شد. سپس با کمک نرم‌افزار PACS زاویه pelvic incidence اندازه‌گیری شد.

**نتایج و بحث:** میانگین زاویه PI در پوزیشن‌های Full Flexion و Full Extension برابر نیستند و زاویه موردنظر در دو پوزیشن، تغییرات را نشان می‌دهد. تغییرات زاویه PI در پوزیشن‌ها مورد مطالعه بدین‌صورت بود که میانگین آن در پوزیشن Full Flexion بیشتر از پوزیشن Full Extension بود. میانگین تغییرات زاویه PI بین دو پوزیشن برابر  $3/9 \pm 3/6$  درجه بود. تغییرات به معنی اختلاف زاویه PI بین دو پوزیشن Full Flexion و Full Extension می‌باشد. میانگین زاویه PI در پوزیشن Full Flexion در زنان  $55/83 \pm 11/23$  درجه به دست آمد که بیشتر از زاویه PI در همان پوزیشن در مردان  $52/22 \pm 7/62$  درجه بود اما به لحاظ آماری اختلاف معناداری دیده نشد ( $P=0/390$ ). میانگین زاویه PI در پوزیشن Full Extension در زنان  $51/61 \pm 9/87$  درجه محاسبه شد که بیشتر از زاویه PI در همان پوزیشن در مردان  $49/65 \pm 7/05$  درجه بود از نظر آماری، تفاوت معنادار گزارش نشد ( $P=0/608$ ).

**نتیجه‌گیری:** نتایج مطالعه نشان داد که پوزیشن لگن بر میزان Pelvic Incidence تأثیر می‌گذارد و اندازه PI در دو پوزیشن‌های مختلف، یکسان نمی‌باشد. همچنین میزان PI در پوزیشن Flexion Full بیشتر از پوزیشن Full Extension بوده است.

**واژگان کلیدی:** موقعیت‌یابی بیمار، لگن، ستون فقرات

پذیرش مقاله: ۵۰ روز قبل از چاپ

دکتر سعید احمدی، <sup>۱</sup>دکتر مانی فلسفی، <sup>۲</sup>دکتر ناصر قایمیان، <sup>۳</sup>دکتر هدی شیرافکن <sup>۴</sup>دکتر امیر محمود افشار

### مقدمه

ستون فقرات از لحاظ بیومکانیک به عنوان یک ارگان واحد در نظر گرفته می‌شود و جهت بررسی پاتولوژی‌های ستون فقرات توجه به بیومکانیک ستون فقرات امری بسیار مهم است<sup>(۱)</sup>. بیماری‌های دژنراتیو، به ویژه در سنین بالاتر، باعث تغییرات آشکار در ستون فقرات کمری و لگن می‌شود که در طول عمر این بیماران نیاز به اصلاح این بدشکلی وجود دارد<sup>(۲،۳)</sup>. برای حفظ بالانس ساژیتال بدن، ستون فقرات لومبوساکرال و لگن، نقش اساسی دارند<sup>(۴)</sup>. مطالعات نشان داده است بالانس ساژیتال و کروئال و ارتباط آن با سایر قسمت‌های ستون فقرات و لگن بسیار مهم است و تغییر در ساژیتال بالانس لومبوساکرال باعث بروز درد و ناتوانی می‌گردد<sup>(۵)</sup>. اطلاع کامل در مورد بالانس ساژیتال برای رسیدن به بهترین پیامد بالینی و کمترین عارضه در اعمال جراحی بد شکلی لومبوساکرال مانند بیماری‌های دژنراتیو، اسکولیوز و اسپوندیلولیتیزیس بسیار ضروری است<sup>(۶-۸)</sup>. ارتباط میان استخوان ساکروم و لگن توسط Pelvic Incidence (PI) شرح داده می‌شود که بیان‌کننده شکل فضایی و طرز قرارگیری ساکروم بوده و شامل زاویه بین خط عمود بر صفحه ساکروم که از وسط آن می‌گذرد و خطی که از وسط صفحه ساکروم به محور سر فمور متصل می‌شود، می‌باشد. شیب ساکروم (Sacral Slope (SS) زاویه بین صفحه ساکروم و خط افقی و انحراف لگنی (Pelvic Tilt (PT) زاویه بین خط عمود و خطی که از وسط صفحه ساکرال به محور سر فمور متصل می‌شود، می‌باشد<sup>(۹)</sup>. مورفولوژی ساژیتال لگن بطور مؤثری روی بالانس ایستاده افراد به خصوص با تنظیم میزان لوردوز لومبار تأثیر می‌گذارد. در بعضی مطالعات میزان Pelvic Incidence در افراد بدون دفورمیتی ستون فقرات در دوره قبل از بلوغ با افزایش سن افزایش می‌یابد و در دوره پس از بلوغ با افزایش سن نسبتاً ثابت باقی می‌ماند<sup>(۱۰)</sup>.

۱. مرکز توسعه تحقیقات بالینی، بیمارستان شهید بهشتی، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران.

۲. دپارتمان ارتوپدی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران.

۳. مرکز تحقیقات شاخص‌های اجتماعی سلامت، پژوهشکده سلامت، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران.

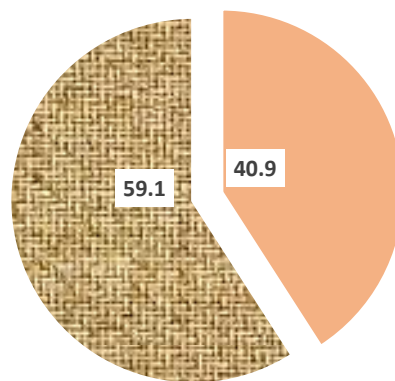
نویسنده مسئول:  
دکتر مانی فلسفی

Email address:  
Dr.manifalsafi@gmail.com

اطلاعات مطالعه پس از جمع آوری برای آماده سازی و تجزیه و تحلیل آماری به نرم افزار اکسل وارد گردید. برای تحلیل آماری این مطالعه در بخش آمار توصیفی از شاخص های مرکزی (میانگین، میانه، مد) و شاخص های پراکندگی (واریانس، انحراف معیار، دامنه تغییرات، ضریب تغییرات) برای متغیرهای کمی و همچنین از فراوانی و درصد و شیوع برای داده های کیفی استفاده شد. کلیه نمودارهای مورد نیاز (میله ای و دایره ای) ترسیم گردید. در بخش آمار استنباطی نیز برای بررسی فرضیات مطالعه با استفاده از آزمونهای پارامتری (کای-دو) و ناپارامتری (من-ویتنی) و آنالیز همبستگی اسپیرمن پس از بررسی نرمالیتی داده ها استفاده گردید. کلیه تجزیه و تحلیل اطلاعات با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۵ انجام شد. سطح معناداری  $p < 0/05$  در نظر گرفته شد.

### نتایج

در این مطالعه مقطعی، ۴۴ دانشجو که جهت شرکت در مطالعه داوطلب بودند، مورد ارزیابی دینامیک ویو در دو پوزیشن Full Flexion و Full Extension قرار گرفتند و زاویه Pelvic incidence در دو پوزیشن مورد اندازه گیری قرار گرفت. میانگین سنی شرکت کنندگان در مطالعه  $23/25 \pm 1/31$  سال، میانه  $23/50$  سال و حداقل سن ۲۱ و حداکثر ۲۵ سال بود. از بین ۴۴ دانشجوی شرکت کننده در پژوهش، ۱۸ نفر (۴۰/۹٪) از دانشجویان، پسر و ۲۶ نفر (۵۹/۱٪) دختر بودند (شکل ۱). همان طور که در جدول ۱ مشاهده می شود میانگین زاویه PI در پوزیشن های Full Flexion و Full Extension برابر نیستند و زاویه مورد نظر در دو پوزیشن، تغییرات را نشان می دهد.



■ دانشجویان دختر ■ دانشجویان پسر

شکل ۱: توزیع درصد فراوانی شرکت کنندگان در مطالعه بر اساس جنسیت

جدول ۱: اندازه های زاویه PI در دو پوزیشن Full Flexion و Full Extension

زاویه Pelvic Incidence	میانگین	انحراف معیار	میانه	حداقل	حداکثر
پوزیشن Full Flexion	۵۴/۷۶	۹/۹۰	۵۲/۲۵	۳۸/۷	۸۵/۷
پوزیشن Full Extension	۵۰/۸۱	۸/۷۹	۴۸/۲۰	۳۶/۵	۷۷/۲

مطالعات بیان نمودند که میزان نرمال PI در افراد بین ۴۵ تا ۶۵ درجه می تواند متغیر باشد اما در هر فرد در پوزیشن های مختلف ثابت است<sup>(۱۱)</sup>. با توجه به اهمیت ثابت بودن زاویه pelvic incidence جهت بررسی راستای ستون مهره ها و از طرفی اهمیت زاویه مناسب جهت فیکسیشن در اعمال جراحی ستون مهره ها، هدف از انجام این مطالعه بررسی این زاویه و مقایسه آن در وضعیت های مذکور است. انتخاب وسیله مناسب جراحی و برای برقراری بالانس ساژیتال به اندازه این زاویه وابسته هست تا پیامد جراحی خوب بدست آید<sup>(۱۲)</sup>.

### مواد و روش ها

دانشجویان مشغول به تحصیل در دانشگاه علوم پزشکی بابل بازه زمانی مرداد ۱۳۹۹ تا آذر ۱۴۰۰ داوطلب شرکت در مطالعه بودند و جهت بررسی مهره ها برای آن ها دینامیک ویو انجام گردید، از تمام شرکت کنندگان که وارد مطالعه شدند دینامیک ویو در دو حالت ۱- نشسته و خم شدن به جلو در حد توان (Full Flexion) و ۲- حالت دراز کشیده و سپس پاها آویزان از تخت در حد توان فرد (Full Extension) گرفته شد. سپس با کمک نرم افزار PACS زاویه Pelvic incidence اندازه گیری شد.

معیار ورود: محدوده سنی ۲۰ سال به بالا، بدون سابقه درد کمر، دانشجویان بدون سابقه تروما به کمر.

معیار خروج: سابقه دفرمیتی یا بیماری های مادرزادی ستون فقرات، سابقه آنومالی های ستون مهره، سابقه جراحی ستون فقرات و علائم شکستگی ستون مهره و زنان باردار. حجم نمونه با استفاده از نرم افزار G\*power برابر با ۴۱ نفر بدست آمد.

## بحث

به تازگی توجه مطالعات بر روی پارامترهایی معطوف شده که چگونگی تعادل و استایل ستون فقرات و لگن را موجب می‌شوند و به طور کلی به عنوان بالانس ساژیتال اسپایلوپلوئیک شناخته می‌شوند. این پارامترها شامل Sacral Slope، Pelvic Incidence و Pelvic tilt می‌باشند. بالانس ساژیتال استاتیک نرمال به عنوان یک راستای فیزیولوژیکی از نخاع در کارآمدترین شکل خود تعریف می‌شود. در طول راه رفتن به طور مداوم بالانس ساژیتال از طریق پاها، حفظ می‌گردد<sup>(۱۳)</sup>.

در مطالعات بیان شده که Pelvic Incidence همواره در هر فرد، یک عدد ثابتی می‌باشد و پارامترهای دیگر مانند Sacral Slope و Pelvic tilt با پوزیشن، تغییر می‌کنند<sup>(۱۴-۱۸)</sup>؛ اما مطالعه حاضر نشان داد که عدد PI در هر فرد در پوزیشن های Full Flexion و Full Extension، یکسان نیستند. این یافته می‌تواند موجب ایجاد تحولاتی در زمینه ارزیابی پارامترهای ساژیتال و نحوه جراحی های ستون فقرات ایجاد کند. چرا که دانستن تغییرات PI در پوزیشن های فوق الذکر در هر فرد می‌تواند نیاز به میزان اصلاح و نوع آن در جراحی را، تغییر دهد. البته لازم به ذکر است که مطالعه حاضر اولین مطالعه انجام شده در این زمینه در داخل کشور است از این رو امکان مقایسه نتایج با پژوهش های داخلی وجود ندارد اما مطالعه در سال ۲۰۱۷ توسط Place و همکاران انجام گرفت که ثابت بودن شاخص PI را مورد ارزیابی قرار داد. آن‌ها دریافتند که PI در ۸۸ درصد از افراد مورد مطالعه در پوزیشن resting to maximal anterior pelvic rotation و در ۸۰ درصد افراد در پوزیشن resting to maximal posterior pelvic rotation تغییر می‌کند<sup>(۱۷)</sup>.

تغییرات زاویه PI در پوزیشن‌ها مورد مطالعه بدین صورت بود که میانگین آن در پوزیشن Full Flexion بیشتر از پوزیشن Full Extension بود. میانگین تغییرات زاویه PI بین دو پوزیشن برابر  $3/9 \pm 3/6$  درجه بود. تغییرات به معنی اختلاف زاویه PI بین دو پوزیشن Full Flexion و Full Extension می‌باشد.

میانگین زاویه PI در پوزیشن Full Flexion در زنان  $55/83 \pm 11/23$  درجه به دست آمد که بیشتر از زاویه PI در همان پوزیشن در مردان  $53/7 \pm 7/62$  درجه بود اما به لحاظ آماری اختلاف معناداری دیده نشد ( $P=0/390$ ).

میانگین زاویه PI در پوزیشن Full Extension در زنان  $51/61 \pm 9/87$  درجه محاسبه شد که بیشتر از زاویه PI در همان پوزیشن در مردان  $49/7 \pm 65/05$  درجه بود از نظر آماری، تفاوت معنادار گزارش نشد ( $P=0/608$ ) (جدول ۲). زاویه PI در پوزیشن Full Flexion با سن، همبستگی منفی داشته اما به لحاظ آماری معنادار نبود ( $r = -0/44$  و  $P=0/775$ ). همبستگی منفی بدین معناست که با افزایش سن، زاویه PI در پوزیشن Full Flexion کاهش پیدا می‌کند.

زاویه PI در پوزیشن Full Extension با سن، همبستگی منفی داشته اما از نظر آماری معنادار گزارش نشد ( $r = -0/102$  و  $P=0/511$ ). همبستگی منفی بدین معناست که با افزایش سن، زاویه PI در پوزیشن Full Extension کاهش پیدا می‌کند. همبستگی مثبت معناداری بین زاویه PI در پوزیشن Full Flexion و زاویه PI در پوزیشن Full Extension مشاهده شد ( $r = 0/915$  و  $P < 0/001$ ). همبستگی مثبت بین این دو پوزیشن بدین معناست که افزایش زاویه PI در یک پوزیشن، موجب افزایش زاویه PI در پوزیشن دیگر می‌گردد (جدول ۳).

جدول ۲: اندازه‌های زاویه PI در دو پوزیشن Full Flexion و Full Extension بر اساس جنسیت

P value*	زنان میانگین $\pm$ انحراف معیار	مردان میانگین $\pm$ انحراف معیار	جنسیت
			زاویه Pelvic Incidence
0/390	55/83 $\pm$ 11/23	53/7 $\pm$ 7/62	پوزیشن Full Flexion
0/608	51/61 $\pm$ 9/87	49/65 $\pm$ 7/05	پوزیشن Full Extension

\* با استفاده از آزمون Mann-Whitney

جدول ۳: مقایسه ارتباط زاویه PI در دو پوزیشن Full Flexion و Full Extension بر اساس سن و نسبت به یکدیگر

متغیرها	سن	زاویه PI در پوزیشن Full Flexion	زاویه PI در پوزیشن Full Extension
سن $r^*$ $p^{**}$	۱		
زاویه PI در پوزیشن Full Flexion $r$ $p$	-0/44 0/775	۱	
زاویه PI در پوزیشن Full Extension $r$ $p$	-0/102 0/511	0/915 $P < 0/001$	۱

\* ضریب همبستگی. \* با استفاده از آزمون Spearman's Correlations

- Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society. 2011;20 (Suppl 5):586. <https://doi.org/10.1007/s00586-011-1925-0>
- 2 Grotle M, Småstuen MC, Fjeld O, Grøvle L, Helgeland J, Storheim K, et al. Lumbar spine surgery across 15 years: trends, complications and reoperations in a longitudinal observational study from Norway. *BMJ open*. 2019;9(8):e028743. doi:10.1136/bmjopen-2018-028743
  - 3 Schwab F, Dubey A, Gamez L, El Fegoun AB, Hwang K, Pagala M, et al. Adult scoliosis: prevalence, SF-36, and nutritional parameters in an elderly volunteer population. *Spine*. 2005;30(9):1082-1085. DOI: 10.1097/01.brs.0000160842.43482.cd
  - 4 Jacob CJ, Cardoso IM, Batista JL, Maia TC, Roncaglio B. Spinopelvic parameters evaluation in a Brazilian population sample. *European journal of orthopaedic surgery & traumatology: orthopedie traumatologie*. 2015;25 (Suppl 1): 21-24. <https://doi.org/10.1007/s00590-015-1647-9>
  - 5 Yukawa Y, Kato F, Suda K, Yamagata M, Ueta T, Yoshida M. Normative data for parameters of sagittal spinal alignment in healthy subjects: an analysis of gender specific differences and changes with aging in 626 asymptomatic individuals. *Eur Spine J*. 2018;27:426-432. <https://doi.org/10.1007/s00586-016-4807-7>
  - 6 Chung NS, Jeon CH, Lee HD, Won SH. Measurement of Spinopelvic Parameters on Standing Lateral Lumbar Radiographs: Validity and Reliability. *Clinical spine surgery*. 2017;30(2): 119-123. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000448
  - 7 Henneman S, Antoneli P, de Oliveira G. Pelvic incidence: A fundamental parameter for defining the sagittal balance of the spine. *Coluna/Columna*. 2012;11(3):237-239. DOI: 10.1590/S1808-18512012000300011
  - 8 Li WS, Li G, Chen ZQ, Wood KB. Sagittal plane analysis of the spine and pelvis in adult idiopathic scoliosis. *Chinese medical journal*. 2010;123(21):2978-2982. DOI: 10.3760
  - 9 Golbakhsh MR, Siavashi B, Attar M, Ramim T. Correlation between Lumbar vertebral instability and severe degenerative spondylolisthesis Tehran University Medical Journal. 2013;71(1):46-52. ISSN:1683-1764
  - 10 Ameri E, Ghandhari H, Vahid Tari H, Noori A, Hesarikia H, Nabizadeh N. Change in Sagittal Spine and Spinopelvic Parameters in Children during Growth. *Iranian Journal of Surgery*. 2013;21(3):44-52.
  - 11 Kim D, Davis DD, Menger RP. Spine sagittal balance. 2023. PMID: 30521279
  - 12 Legaye J, Duval-Beaupère G, Hecquet J, Marty C. Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves. *E Spine J*. 1998;7(2):99-103. <https://doi.org/10.1007/s005860050038>.
  - 13 Barrey C, Jund J, Nosedo O, Roussouly P. Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases. A comparative study about 85 cases. *Eur Spine J*. 2007;16(9):1459-1467. <https://doi.org/10.1007/s00586-006-0294-6>.
  - 14 Le Huec JC, Aunoble S, Philippe L, Nicolas P. Pelvic parameters: origin and significance. *Eur Spine J*. 2011;20 (Suppl 5):564-571. <https://doi.org/10.1007/s00586-011-1940-1>
  - 15 Le Huec J, Thompson W, Mohsinaly Y, Barrey C, Faundez A. Sagittal balance of the spine. *European spine journal*. 2019;28(9):1889-1905. <https://doi.org/10.1007/s00586-019-06083-1>

البته ثابت نبودن PI را شاید بتوان به خطای اندازه گیری نسبت داد چرا که PI از طریق رادیوگرافی ارزیابی می شود اما این خطا نمی تواند در هر فرد مکرراً دیده شود و شاید بخشی از تغییرات PI را بتوان منوط به خطای محاسبه دانست. در نهایت متغیر بودن PI در پوزیشن‌های مختلف یافته ی قابل توجهی است که نمی توان به سادگی از آن گذشت. از آن جایی که PI نشان دهنده ارتباط بین ساکروم و بال‌های ایلیاک یا همان مفصل ساکروایلیاک است و این مفصل به عنوان مفصل متحرک شناخته می شود لذا یکی از علل تغییرات PI را می توان این امر دانست.

مشابه نبودن PI در پوزیشن های مورد مطالعه در شرایط Full همچنین می تواند به درک عوارض پیش آمده در این نوع جراحی ها نیز تعمیم داده شود. در گذشته با فرض این نکته که PI در هر فرد در پوزیشن های مختلف، عدد ثابتی است جراحی های ستون فقرات و اصلاحات دفورمیتی ها انجام می گرفت و بعضاً شاهد برخی عوارض مانند transitional syndromes و junctional syndromes بودیم<sup>(۱۳)</sup>؛ اما در حال حاضر این مطالعه با زیر سوال بردن این حقیقت تا حد زیادی موجب تحولاتی در جراحی های ستون فقرات و افزایش بازدهی و کاهش عوارض آن می گردد. یافته مطالعه ما نشان داد که PI در زنان در هر دو پوزیشن Full Flexion و Full Extension بیشتر از مردان است. گرچه به لحاظ آماری معنادار نبود اما شاید کم بودن حجم نمونه علت عدم معناداری آن باشد و با افزایش حجم نمونه تفاوت بین زاویه PI بین مردان و زنان معنادار گزارش شود. در پژوهش Zhu و همکاران پارامترهای ساژیتال را در نخاع گردنی بین زنان و مردان مقایسه نمودند و پارامترهای C2-C7 Cobb و C7 Slope بین زنان و مردان تفاوت معناداری داشت<sup>(۱۸)</sup>. گرچه متغیرهای مورد بررسی در دو مطالعه با یکدیگر متفاوت هستند اما فرضیه ایجاد شده می تواند زمینه ساز مطالعات آتی باشد.

## نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده به نظر می رسد که پودر LhPRP به تنهایی و همچنین همراه با استفاده از امنتوم اتوزن، در نقص های استخوانی آزمایشگاهی در مدل حیوانی، پس از ۵۶ روز، فقط در ارزیابی های رادیولوژیک و آسیب شناسی بافتی باعث افزایش خواص بازسازی استخوان می شود.

## تقدیر و تشکر

نویسندگان مراتب تقدیر و تشکر خود را از واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان شهید بهشتی بابل جهت همکاری در طول دوره مطالعه اعلام می دارند.

## منابع

- 1 Mac-Thiong JM, Labelle H, Roussouly P. Pediatric sagittal alignment. *European spine journal: official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity*

- 16 Boulay C, Tardieu C, Hecquet J, Benaim C, Mitulescu A, Marty C, et al. Anatomical reliability of two fundamental radiological and clinical pelvic parameters: incidence and thickness. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*. 2005;15(3):197-204. <https://doi.org/10.1007/s00590-005-0239-5>
- 17 Place HM, Hayes AM, Huebner SB, Hayden AM, Israel H, Brechbuhler JL. Pelvic incidence: a fixed value or can you change it? *The Spine Journal*. 2017;17(10):1565-1569. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2017.06.037>
- 18 Zhu Y, Zhang X, Fan Y, Zhou Z, Gu G, Wang C, et al. Sagittal alignment of the cervical spine: radiographic analysis of 111 asymptomatic adolescents, a retrospective observational study. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2022;23(1):1-9. <https://doi.org/10.1186/s12891-022-05792-x>

## بررسی ارتباط معیارهای رادیوگرافیک پیش از جراحی با میزان آزادسازی مدیال در عمل تعویض مفصل زانو

### چکیده:

**مقدمه:** دفورمیتی واروس شایع‌ترین دفورمیتی موجود در بیمارانی است که مورد تعویض مفصل زانو قرار می‌گیرند و اصلاح آن بر آزادسازی بافت نرم مدیال زانو استوار است؛ اما معیار دقیقی برای میزان آن وجود ندارد هدف از مطالعه کنونی بررسی پارامترهای رادیوگرافیک قبل از جراحی است که قادر به پیش‌بینی میزان نیاز به آزادسازی عناصر مدیال می‌باشند.

**مواد و روش‌ها:** در یک مطالعه‌ی هم‌گروهی گذشته‌نگر کلیه بیمارانی که از در دوره‌ای ۲ ساله در مراکز درمانی دانشگاهی توسط یک جراح مورد جراحی تعویض مفصل زانو اولیه قرار گرفتند به‌صورت سرشماری وارد مطالعه شدند. بیماران بر اساس نوع و میزان آزادسازی مدیال به سه گروه تقسیم شدند. رادیوگرافی استاندارد ایستاده زانو در نماهای رخ و نیم‌رخ و لایمنت قبل و پس از عمل جراحی بررسی شد و معیارهای رادیوگرافیک شامل زاویه مکانیکال فموروتیبیال (mFTA)، زاویه لترال دیستال فمور (LDFA)، زاویه مدیال پروگزیمال تیبیا (MPTA)، زاویه‌ی خط مفصلی (JLCA) و والگوس کات انگل (VCA) قبل و بعد از عمل بین گروه‌ها مقایسه شد.

**نتایج و بحث:** تعداد ۱۱۵ زانو مرتبط با ۱۰۳ بیمار مورد بررسی قرار گرفتند. بین زوایای لترال دیستال فمورال (LDFA) و مدیال پروگزیمال تیبیا (MPTA) و مکانیکال فمور و تیبیا (mFTA) و والگوس کات انگل (VCA) و میزان نهایی اصلاح واروس (زاویه مکانیکال فمور و تیبیا) با درجه‌ی آزادسازی مدیال ارتباط آماری معنی‌داری وجود داشت ( $P < 0.05$ ). میزان اصلاح نهایی واروس به‌صورت معنی‌داری پیشگویی‌کننده نیاز به ریلیز وسیع‌تر مدیال می‌باشد ( $OR = 1/49, P = 0.01$ ).

**نتیجه‌گیری:** زوایای LDFA، MPTA، زاویه‌ی مکانیکال فمور و تیبیا (mFTA) و والگوس کات انگل (VCA) و میزان نهایی اصلاح زاویه مکانیکال فمور و تیبیا با درجه‌ی آزادسازی مدیال ارتباط آماری معنی‌داری وجود دارد و میزان اصلاح نهایی واروس به‌صورت معنی‌داری پیشگویی‌کننده نیاز به ریلیز بیشتر مدیال می‌باشد.

**واژگان کلیدی:** تعویض کامل مفصل زانو، ژنوواروم، رادیوگرافی

پذیرش مقاله: ۵۳ روز قبل از چاپ

دکتر سلمان غفاری،<sup>۱</sup> دکتر مسعود شایسته آذر،<sup>۱</sup> دکتر مهران رضوی پور،<sup>۲</sup> دکتر شاهین طالبی،<sup>۱</sup> دکتر شایان امجدی

### مقدمه

تعویض کامل مفصل زانو (TKA) یکی از شایع‌ترین جراحی‌های ارتوپدی است. در سال ۲۰۱۷، حدود ۹۹۰ هزار جراحی تعویض زانو در ایالات متحده آمریکا انجام شد<sup>(۱)</sup>. نرخ تعویض زانو در کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD) حدود ۱۵۰ عمل در هر ۱۰۰ هزار نفر جمعیت است و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰ این رقم چهار برابر شود<sup>(۱)</sup>.

انحراف واروس (Varus deformity) شایع‌ترین نوع تغییر شکل در بیمارانی است که تحت جراحی تعویض زانو قرار می‌گیرند. واروس زانو بر اساس زاویه مکانیکی فموروتیبیال (femorotibial) کمتر از ۱۸۰ درجه در رادیوگرافی ایستاده و تنگی فضای مفصل میانی (مدیال) تعریف می‌شود<sup>(۲)</sup>. هدف از تعویض زانو حفظ تعادل میانی و جانبی و عملکرد طبیعی زانو است<sup>(۳)</sup>.

روش‌های متعددی برای اصلاح واروس بر اساس آزادسازی بافت نرم زانوی میانی به کار می‌رود. اگرچه بسیاری از موارد با رویکرد استاندارد اصلاح می‌شوند، برخی به آزادسازی گسترده بافت میانی نیاز دارند<sup>(۴)</sup>. در موارد شدید واروس، ابتدا رباط جانبی میانی عمیق (Deep MCL) آزاد می‌شود و استئوفیت‌ها برداشته می‌شوند. سپس، به ترتیب کپسول میانی خلفی، رباط جانبی سطحی، رباط مورب خلفی (POL)، تاندون سمیممبرانوس (Semimembranosus) و پس آنسرینوس (Pes anserinus) آزاد می‌شوند<sup>(۵)</sup>.

این آزادسازی‌های گسترده ممکن است باعث اصلاح بیش از حد و حتی موجب نیاز به استفاده از پروتز محدودکننده (constrained prostheses) شوند و عوارض جراحی و هزینه‌ها را افزایش دهند<sup>(۶،۷)</sup>.

۱. دپارتمان ارتوپدی، مرکز تحقیقات ارتوپدی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران  
۲. دپارتمان ارتوپدی، بیمارستان طالقانی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

نویسنده مسئول:  
دکتر شایان امجدی

Email address:  
Shayanamjadi@yahoo.com

هدف مطالعه حاضر بررسی رابطه میان پارامترهای رادیوگرافیک پیش از جراحی و نیاز به آزادسازی میانی و میزان آن بود.

### مواد و روش‌ها

در این مطالعه گذشته‌نگر گروهی، تمامی بیماران مبتلا به زانوی واروس که از سال ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۰ تحت تعویض کامل مفصل زانوی (TKA) اولیه توسط جراحی در بیمارستان امام خمینی و بیمارستان شفا در شهر ساری قرار گرفته بودند وارد مطالعه شدند. معیارهایی که برای حذف موردها از مطالعه مدنظر قرار گرفت شامل شل شدن رباط‌ها ناشی از عواملی غیر از آرتروز مانند بیماری بافت همبند، پیشینه قبلی جراحی زانو و جراح بازنگری (revision surgeon) بودند. اطلاعات جمعیت‌شناختی بیماران جمع‌آوری شد.

ارزیابی رادیوگرافیک پیش از عمل با استفاده از رادیوگرافی‌های ایستاده زانو از جلو به عقب (AP)، نمای جانبی، نمای محوری کشکک و رادیوگرافی ایستاده تمام‌قد هر دو اندام تحتانی (نمای تراز) انجام شد. تمام رادیوگرافی‌های پیش از عمل بازبینی شدند تا زاویه مکانیکی فمور - تیبیا (mFTA)، زاویه جانبی فمور دیستال (LDFA)، زاویه همگرایی خط مفصل (JLCA)، تیبیای پروگزیمال میانی (MPTA) و زاویه برش والگوس (VCA) تعیین شود (شکل ۱).

از سوی دیگر، آزادسازی ناکافی می‌تواند به درد، سفتی زانو، بی‌ثباتی، سایش پلی‌اتیلن، استئولیز، شل شدن غیرعفونی و نیاز به جراحی بازنگری منجر شود<sup>(۸،۹)</sup>؛ بنابراین، پیش‌بینی میزان آزادسازی میانی بر اساس تراز جنبشی (kinematic alignment) قبل از جراحی، به‌ویژه در غیاب سیستم ناوبری، بسیار مؤثر است<sup>(۱۰)</sup>.

تا کنون، مطالعات کمی رابطه میان پارامترهای قبل از جراحی و نیاز به آزادسازی میانی را بررسی کرده‌اند. برخی مطالعات نیاز به آزادسازی میانی را با استفاده از رادیوگرافی‌های استرس واروس - والگوس تخمین زده‌اند<sup>(۳،۱۱)</sup>. مشخص شده است که جمع زاویه‌های استرس مکانیکی واروس و والگوس و همچنین واروس محور مکانیکی زانو از عوامل خطر برای نیاز به آزادسازی بیشتر میانی و انجام استئوتومی کاهش میانی هستند<sup>(۳)</sup>.

در مطالعه‌ای مشخص شده است که بازشدگی جانبی فضای مفصل و زاویه سطح مفصلی تیبیای میانی می‌توانند نیاز به استئوتومی کاهش میانی را پیش‌بینی کنند<sup>(۱۲)</sup>. همچنین، سجادی و همکاران در مطالعه خود نشان دادند که زانو‌هایی که در رادیوگرافی‌های پیش از عمل واروس بیشتری دارند به آزادسازی گسترده‌تری از بافت نرم نیاز دارند و زاویه مکانیکی فمور - تیبیا (mFTA) و زاویه تیبیای پروگزیمال میانی (MPTA) می‌توانند میزان آزادسازی بافت نرم میانی زانوی واروس طی تعویض کامل مفصل زانو (TKA) را پیش‌بینی کنند<sup>(۹)</sup>.



شکل ۱: اندازه‌گیری پارامترهای رادیولوژیک پیش از عمل و پس از عمل

تیبیای پروگزیمال میانی (MPTA) تعیین شدند (شکل ۱). میزان اصلاح واروس ( $\Delta mFTA$ ) محاسبه شد و پارامترهای رادیوگرافیک پیش و پس از عمل در گروه‌های مختلف مطالعه بر اساس مراحل آزادسازی مدیال با هم مقایسه شدند.

برای بررسی نرمال بودن توزیع متغیرهای کمی از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف استفاده شد. برای مقایسه میانگین متغیرهای کمی بین گروه‌ها از تحلیل واریانس (ANOVA) یک‌طرفه یا معادل ناپارامتریک آن یعنی آزمون کروسکال - والیس (Kruskal-Wallis) استفاده شد.

برای مقایسه متغیرها قبل و بعد از جراحی در هر گروه، از آزمون تی (t) زوجی یا معادل ناپارامتریک آن یعنی آزمون ویلکاکسون با رتبه‌های نشانه‌دار (Wilcoxon signed-rank) بهره گرفته شد. همچنین، برای بررسی رابطه بین متغیرهای کیفی از آزمون کای‌دو استفاده شد. نسبت شانس (OR) و فواصل اطمینان ۹۵ درصد (CI) با استفاده از رگرسیون لجستیک چندمتغیره تعیین شد. تمامی آزمون‌ها با سطح معناداری ۰/۰۵ و با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام شد.

## نتایج

صد و پانزده (۱۱۵) زانو مربوط به ۱۰۳ بیمار بررسی شد. میانگین (انحراف معیار) سن بیماران ۶۴/۳۵ (۷/۵۷) سال بود. نود و دو (۹۲) بیمار (۸۹/۳ درصد) زن بودند. از نظر سمت زانو، ۵۸ مورد (۵۰/۴ درصد) زانوی راست و مابقی زانوی چپ بودند.

بر اساس مرحله آزادسازی میانی، بیماران به سه گروه تقسیم شدند (هیچ بیماری به مرحله آزادسازی IV نیاز نداشت). هیچ تفاوت معناداری از نظر آماری بین گروه‌های مختلف آزادسازی میانی از نظر سن و جنسیت وجود نداشت ( $p > 0/05$ ). تمامی بیماران تحت تعویض کامل زانوی اولیه با پروتز جایگزین رباط صلیبی خلفی (PCL substitute) یا (PS) قرار گرفتند و نوع پروتز استفاده‌شده بین گروه‌ها تفاوت معناداری نداشت (جدول ۱).

زاویه مفصلی جانبی فمور دیستال مکانیکی (mL DFA) زاویه جانبی بین محور مکانیکی فمور و محور مفصلی فمور دیستال تعریف شد، زاویه تیبیای پروگزیمال میانی (MPTA) زاویه میانی بین محور مکانیکی (و همچنین محور آناتومیک) تیبیا و محور مفصلی پروگزیمال تیبیا تعریف شد، زاویه همگرایی خط مفصل (JLCA) زاویه بین محورهای مفصلی پروگزیمال تیبیا و دیستال فمور تعریف شد که بازشدگی جانبی مقدار مثبت در نظر گرفته شد.

زاویه مکانیکی فمور - تیبیا (mFTA) زاویه بین محور مکانیکی فمور و محور آناتومیک - مکانیکی تیبیا یا زاویه مکانیکی فمور - تیبیا (mFTA) تعریف شد. زاویه واروس مثبت (+) ثبت شد و زاویه والگوس منفی (-) ثبت شد. زاویه برش والگوس (VCA) دیستال فمور بر اساس زاویه بین محورهای آناتومیک و مکانیکی فمور تعیین شد. تمامی پارامترهای رادیوگرافیک را دو پژوهشگر دو بار اندازه‌گیری کردند؛ این پژوهشگران از گروه‌ها بی‌اطلاع (blind) بودند.

تمام جراحی‌های تعویض کامل مفصل زانو (TKA) را یک جراح واحد با استفاده از روش تورنی کت (tourniquet) و دسترسی پاراپاتلار میانی (parapatellar) انجام داد. در همه بیماران که تکنیک شکاف یا فاصله‌ای (gap technique) برای متعادل‌سازی واروس و والگوس که شامل برش پروگزیمال تیبیا و دیستال فمور و ارزیابی مجدد شکاف فلکسیون و اکستنسیون بر اساس مراحل آزادسازی میانی بود<sup>(۱۳)</sup> استفاده شد، در شرح عمل جراحی ثبت شد. بیماران به گروه‌هایی تقسیم شدند. (۱) گروه آزادسازی رباط جانبی داخلی عمیق (Deep MCL) و کپسول میانی؛ (۲) شامل مرحله اول و کپسول میانی خلفی و آزادسازی سمیممبرانوس؛ (۳) شامل آزادسازی مشابه مرحله دوم و رباط جانبی داخلی (MCL) سطحی به شکل تکنیک پای - کراستینگ (pie-crusting) یا نیدلینگ (Needling)؛ (۴) آزادسازی عناصر مرحله قبل و مرحله پس آنسرینوس (Pes anserinus).

رادیوگرافی‌های استاندارد که در اولین ویزیت پس از عمل گرفته شده بودند جمع‌آوری شدند و زاویه مکانیکی فمور - تیبیا (mFTA)، زاویه جانبی فمور دیستال (LDFA)، زاویه همگرایی خط مفصل (JLCA) و زاویه

جدول ۱: مقایسه سن، جنسیت و نوع پروتز (سازنده پروتز) بین گروه‌ها

متغیرها	گروه ۱ (آزادسازی مرحله ۱)	گروه ۲ (آزادسازی مرحله ۲)	گروه ۳ (آزادسازی مرحله ۳)	P-value
سن	متوسط (SD)	۶۴/۳۷ (۶/۹۶)	۶۳/۹۵ (۷/۹۳)	۰/۵۷
جنسیت	مرد	۱ (۳/۱٪)	۸ (۱۲/۳٪)	۰/۱۳
	زن	۳۱ (۹۶/۹٪)	۵۷ (۸۷/۷٪)	
	زیمبر	۶ (۳۷/۵٪)	۹ (۲۸/۱٪)	۰/۵۷
	اسمیت و نفیو	۷ (۴۸/۳٪)	۱۳ (۴۰/۶٪)	
پروتز	دپی سینتس	۳ (۳۱/۳٪)	۱۶ (۲۵٪)	

تمامی چهار زاویه تیبیای پروگزیمال میانی (MPTA)، زاویه همگرایی خط مفصل (JLCA)، زاویه مکانیکی فمور - تیبیا (mFTA) و زاویه جانبی فمور دیستال (LDFA)، زاویه تیبیای پروگزیمال مدیال (MPTA) و زاویه مکانیکی فمور - تیبیا (mFTA) ارتباط معناداری دارد، اما زاویه همگرایی خط مفصل (JLCA) ارتباط معناداری با آزادسازی میانی نداشت (۰/۱۸۹) (جدول ۲). بین زاویه برش والگوس (VCA) و مرحله آزادسازی میانی رابطه معناداری مشاهده شد و زاویه برش والگوس (VCA) در مرحله ۳ بیشتر بود، اما رابطه معناداری بین میزان برش استخوان و مراحل آزادسازی میانی وجود نداشت (جدول ۳).

نتایج تحلیل پارامترهای رادیوگرافیک پس از عمل در جدول ۴ نشان داده شده است. رابطه معناداری از نظر آماری میان میزان کل اصلاح زاویه مکانیکی فموروتیبیال با مراحل بالاتر آزادسازی میانی وجود داشت (۰/۰۵ < p). مقایسه میانگین پارامترهای رادیوگرافیک قبل و بعد از عمل با آزمون ناپارامتریک ویلکاکسون با رتبه‌های نشانه‌دار نشان داد که در گروه اول، زاویه همگرایی خط مفصل (JLCA) و زاویه مکانیکی فمور - تیبیا (mFTA) بهبود معناداری پیدا کرده‌اند؛ در گروه دوم، زاویه تیبیای پروگزیمال میانی (MPTA)، زاویه همگرایی خط مفصل (JLCA) و زاویه مکانیکی فمور - تیبیا (mFTA) بهبود یافته‌اند؛ در گروه سوم، پیش‌بینی می‌کند (OR = ۱/۴۹، CI (۱/۰۹ - ۲/۰۲)، P = ۰/۰۱).

نتایج تحلیل پارامترهای رادیوگرافیک پس از عمل در جدول ۴ نشان داده شده است. رابطه معناداری از نظر آماری میان میزان کل اصلاح زاویه مکانیکی فموروتیبیال با مراحل بالاتر آزادسازی میانی وجود داشت (۰/۰۵ < p). مقایسه میانگین پارامترهای رادیوگرافیک قبل و بعد از عمل با آزمون ناپارامتریک ویلکاکسون با رتبه‌های نشانه‌دار نشان داد که در گروه اول، زاویه همگرایی خط مفصل (JLCA) و زاویه مکانیکی فمور - تیبیا (mFTA) بهبود معناداری پیدا کرده‌اند؛ در گروه دوم، زاویه تیبیای پروگزیمال میانی (MPTA)، زاویه همگرایی خط مفصل (JLCA) و زاویه مکانیکی فمور - تیبیا (mFTA) بهبود یافته‌اند؛ در گروه سوم،

نتایج تحلیل پارامترهای رادیوگرافیک پس از عمل در جدول ۴ نشان داده شده است. رابطه معناداری از نظر آماری میان میزان کل اصلاح زاویه مکانیکی فموروتیبیال با مراحل بالاتر آزادسازی میانی وجود داشت (۰/۰۵ < p). مقایسه میانگین پارامترهای رادیوگرافیک قبل و بعد از عمل با آزمون ناپارامتریک ویلکاکسون با رتبه‌های نشانه‌دار نشان داد که در گروه اول، زاویه همگرایی خط مفصل (JLCA) و زاویه مکانیکی فمور - تیبیا (mFTA) بهبود معناداری پیدا کرده‌اند؛ در گروه دوم، زاویه تیبیای پروگزیمال میانی (MPTA)، زاویه همگرایی خط مفصل (JLCA) و زاویه مکانیکی فمور - تیبیا (mFTA) بهبود یافته‌اند؛ در گروه سوم،

جدول ۲: مقایسه پارامترهای رادیوگرافیک پیش از عمل بین گروه‌ها

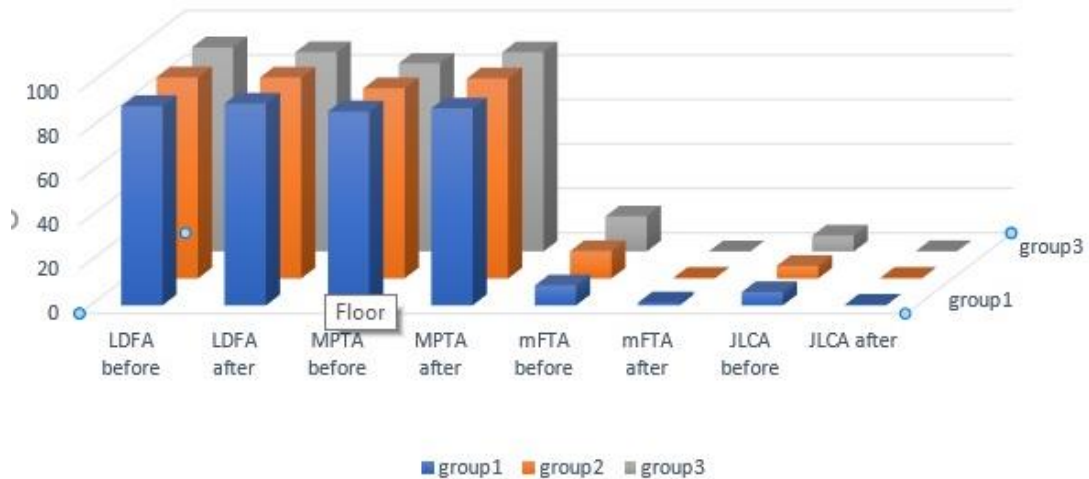
P-value	گروه ۳	گروه ۲	گروه ۱	متغیر	
				LDFA	میانگین (انحراف معیار) میانه
۰/۰۰۶	۹۱/۹۰(۲/۱۹)۹۲	۹۰/۴۸(۲/۵۵)۹۰	۸۹/۷۳(۲/۷۶)۹۰	LDFA	میانگین (انحراف معیار) میانه
۰/۰۱۴	۸۴/۶۹(۳)۸۵	۸۵/۵۸(۳/۱۸)۸۶	۸۷/۲۶(۳/۳۰)۸۷	MPTA	میانگین (انحراف معیار) میانه
۰/۰۰۰۱	۱۵/۹۰(۵/۶)۱۵	۱۲/۳۲(۵/۶۴)۱۲	۸/۹۳(۴/۶۳)۹	mFTA	میانگین (انحراف معیار) میانه
۰/۱۸۹	۷/۱۸(۴/۰۶)۶	۵/۶۷(۲/۴۱)۶	۵/۹۳(۳/۱۵)۵	JLCA	میانگین (انحراف معیار) میانه

جدول ۳: مقایسه پارامترهای عملیاتی (جراحی) بین گروه‌ها

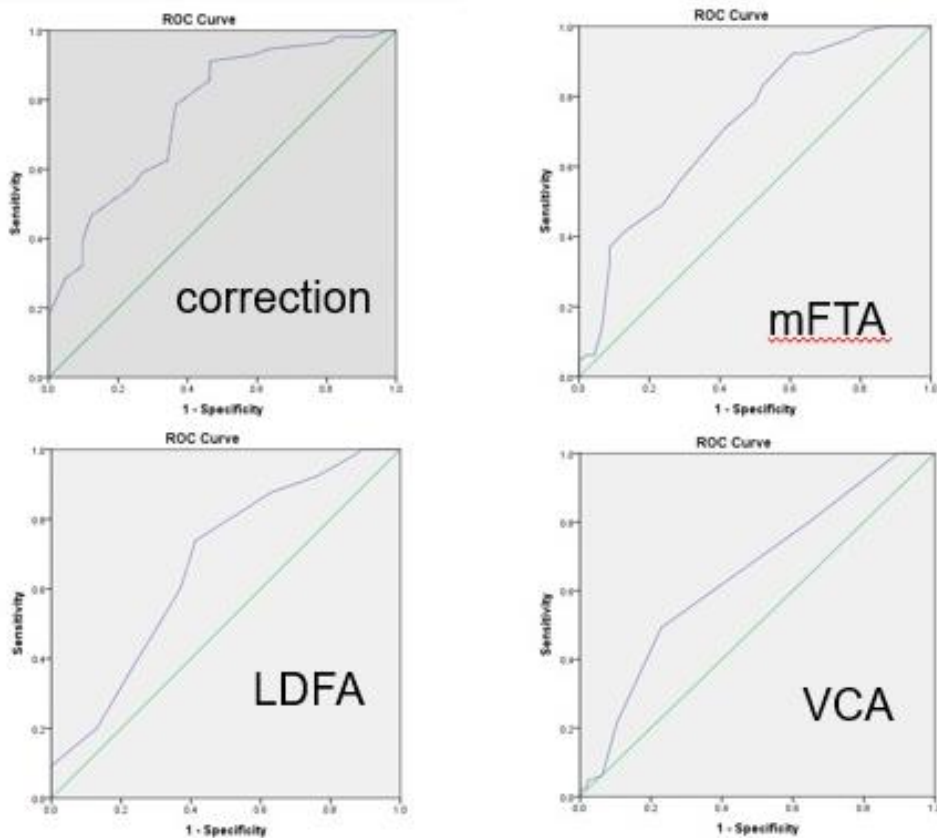
P-value	گروه ۳	گروه ۲	گروه ۱	متغیر	
				VCA	میانگین (انحراف معیار) میانه
۰/۰۱	۶/۶۶(۱/۴۱)۷	۵/۹۳(۱/۱۳)۶	۵/۹۳(۲/۰۱)۶	VCA	
۰/۲۱۹	۲/۸۷(۰/۱۵)۳	۳(۰)۳	۳(۰)۳	زاویه برش در چرخش خارجی	
۰/۷۷۹	۹/۴۳(۱/۲۷)۹	۹/۵(۱/۲۵)۹	۹/۴۳(۰/۹۶)۹	برش فمور دیستال	
۰/۷۰۹	۸/۹۲(۱/۶۳)۹	۹/۰۹(۱/۴۵)۹	۸/۴۶(۱/۷۸)۹	برش کنبدیل پشتی فمور	
۰/۳۴۳	۶/۴۸(۱/۷۴)۶/۵	۶/۶۴(۱/۸۱)۷	۶(۱/۸۶)۵	برش تیبیای پروگزیمال	

جدول ۴: مقایسه پارامترهای رادیوگرافیک پس از عمل بین گروه‌ها

P-value	گروه ۳	گروه ۲	گروه ۱	متغیر	
				LDFA	میانگین (انحراف معیار) میانه
۰/۰۸	۸۹/۷۳(۱/۸۱)۸۹/۵	۹۰/۳۹(۱/۷۰)۹۰	۹۰/۷۸(۱/۷۱)۹۰	LDFA	میانگین (انحراف معیار) میانه
۰/۰۵۲	۸۹/۹۶(۱/۸۶)۹۰	۹۰/۱(۱/۹۸)۹۰	۸۸/۶۴(۲/۱۶)۸۸	MPTA	میانگین (انحراف معیار) میانه
۰/۲۷۱	۱/۲۸(۲/۲۴)۱	۰/۳۲(۳/۰۱)۱	-۰/۰۷(۲/۷۸)۰	MPTA	میانگین (انحراف معیار) میانه
۰/۳۶۶	۰/۱۶(۰/۵۹)۰	۰/۲۸(۰/۷۱)۰	۰/۲۸(۰/۷۲)۰	JLCA	میانگین (انحراف معیار) میانه
۰/۰۰۰۱	۱۵/۶۹(۵/۲۱)۱۶	۱۱/۵۱(۴/۹۳)۱۱	۸/۳۵(۴/۰۶)۷/۵	کل اصلاح	میانگین (انحراف معیار) میانه



شکل ۲: مقایسه پارامترهای رادیولوژیک قبل و بعد از جراحی در گروه‌ها



شکل ۳: منحنی ROC پارامترهای رادیولوژیک برای پیش‌بینی آزادسازی مرحله ۳ میانی

از حد طی جراحی جلوگیری کند. اگرچه برخی مطالعات برای این منظور از رادیوگرافی استرس واروس/ والگوس استفاده کرده‌اند<sup>(۳،۱۱)</sup>، استفاده از رادیوگرافی برای همه بیماران ممکن نیست؛ بنابراین، رادیوگرافی ایستاده و از تمام طول اندام تحتانی با هر دو پا (نمای تراز) روش مناسب‌تری به نظر می‌رسد. در مطالعه حاضر مشخص شد که زاویه جانبی فمور دیستال (LDFA) بالاتر، زاویه مکانیکی فمور - تیبیا (mFTA) و زاویه برش

## بحث

تعداد کمی از مطالعات رابطه بین پارامترهای رادیوگرافیک پیش از عمل و آزادسازی میانی را بررسی کرده‌اند و همچنین ترتیب آزادسازی میانی در مطالعات مختلف متفاوت بوده است<sup>(۱۴)</sup>. برآورد میزان آزادسازی مورد نیاز برای اصلاح واروس پیش از عمل می‌تواند از آزادسازی ناکافی یا بیش

پس از عمل، عملکرد بیمار، فقدان داده‌های نمای استرس و تعداد کم بیماران از محدودیت‌های این مطالعه به شمار می‌روند؛ بنابراین، توصیه می‌شود مطالعات چندمرکزی با حجم نمونه بالاتر انجام شود.

### نتیجه‌گیری

زاویه جانبی فمور دیستال (LDFA) بالاتر، زاویه مکانیکی فمور - تیبیا (mFTA) و زاویه برش والگوس (VCA)، میزان اصلاح زاویه مکانیکی فمور و تیبیا و زاویه تیبیای پروگزیمال مدیال (MPTA) کمتر با درجه بالاتر آزادسازی میانی همراه بودند. میزان اصلاح و آروس به‌طور معنادار نیاز به آزادسازی بیشتر میانی را پیش‌بینی می‌کند و ممکن است نیاز به استفاده از پروتز محدودکننده وجود داشته باشد.

### تأییدیه اخلاقی

این مطالعه را کمیته اخلاق پژوهش بیمارستان امام خمینی تأیید و ثبت کرده است. کد ارکید: IR.MAZUMS.IMAMHOSPITAL.REC.1399.079

### حامی مالی / منابع حمایتی

این مطالعه را مرکز تحقیقات ارتوپدی بیمارستان امام خمینی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران تأیید کرده است و از نظر مالی دانشگاه علوم پزشکی مازندران آن را حمایت کرده است (شماره گرنت: ۸۱۰۵).

### بیانیه به اشتراک‌گذاری داده‌ها

داده‌های به‌کاررفته در این مطالعه به دلایل امنیت و حفظ حریم خصوصی در دسترس عموم قرار ندارد. باین‌حال، داده‌هایی که در این مطالعه استفاده یا تحلیل شده‌اند با درخواست منطقی از نویسنده مسئول می‌توانند در دسترس قرار گیرند.

### منابع

- 1 Pabinger C, Lothaller H, Geissler A. Utilization rates of knee-arthroplasty in OECD countries. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2015;23(10):1664-1673. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2015.05.008>
- 2 Verdonk PC, Pernin J, Pinaroli A, Selmi TAS, Neyret P. Soft tissue balancing in varus total knee arthroplasty: an algorithmic approach. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2009;17(6):660-666. <https://doi.org/10.1007/s00167-009-0755-7>
- 3 Ahn JH, Lee SH, Yang TY. Varus-valgus stress radiograph as a predictor for extensive medial release in total knee arthroplasty. *International orthopedics*. 2016;40(8):1639-1646. <https://doi.org/10.1007/s00264-015-3018-x>
- 4 Kim MW, Koh IJ, Kim JH, Jung JJ, In Y. Efficacy and safety of a novel three-step medial release technique in varus total knee arthroplasty. *The Journal of arthroplasty*. 2015;30(9):1542-1547. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2015.03.037>

والگوس (VCA)، میزان اصلاح و آروس ( $\Delta mFTA$ ) بیشتر و زاویه تیبیای پروگزیمال مدیال (MPTA) کمتر با مراحل بالاتر آزادسازی میانی همراه هستند. مطالعات مشابه نیز نتایج مشابهی گزارش کرده‌اند، هرچند ترتیب آزادسازی عناصر میانی در مطالعات مختلف یکسان نبوده است.

وردونک (Verdonk) و همکاران نیز مانند مطالعه حاضر نشان دادند که زاویه و آروس قبل از عمل هم‌بستگی معناداری با آزادسازی میانی دارد<sup>(۳)</sup>. سجادی (Sajjadi) و همکاران نیز در مطالعه‌شان مشخص کردند که آزادسازی میانی با افزایش و آروس زانو و زاویه همگرایی خط مفصل (JLCA) و کاهش زاویه تیبیای پروگزیمال میانی (MPTA) ارتباط معناداری دارد<sup>(۹)</sup>.

مارتین (Martin) و همکاران نتایج مشابهی گزارش کردند و نشان دادند که زاویه تیبیوفمورال و آروس، زاویه سطح مفصلی تیبیا، زاویه سطح مفصلی میانی تیبیا، آفست تیبیا و اندازه فضای مفصل جانبی در گروه استئوتومی کاهش‌دهنده بالاتر از گروه کنترل بود. از بین این موارد، زاویه تیبیای پروگزیمال میانی (MPTA) و فضای جانبی مفصل به‌طور معناداری نیاز به استئوتومی کاهش‌دهنده را پیش‌بینی می‌کنند. در مطالعه حاضر مشخص شد که میزان کل اصلاح و آروس پیش‌بینی‌کننده نیاز به آزادسازی مرحله سوم است که با نتایج مطالعه سجادی و همکاران مطابقت دارد، زمانی که زاویه فموروتیبیال و آروس و زاویه تیبیای پروگزیمال میانی (MPTA) به‌عنوان فاکتورهای پیش‌بینی‌کننده نیاز به آزادسازی میانی ذکر شده‌اند<sup>(۹)</sup>.

در مطالعه وردونک، گروه با آزادسازی رباط جانبی میانی (MCL) عمیق دارای زاویه و آروس ۶ درجه، گروه با رباط جانبی میانی Crustal foot دارای زاویه و آروس سطحی ۸ درجه و گروه با آزادسازی رباط جانبی میانی (MCL) دارای و آروس سطحی تیبیا ۱۰/۵ درجه بودند. در مطالعه حاضر، این مقادیر به ترتیب ۹° برای گروه آزادسازی رباط جانبی میانی (MCL)، ۱۲° در گروه آزادسازی کیسول خلفی و ۱۶° در گروه آزادسازی رباط جانبی میانی نیدلینگ (needling) سطحی بود.

در مطالعه حاضر، میزان اصلاح و آروس ( $\Delta mFTA$ ) برای تعیین آزادسازی شدید میانی (مرحله ۳) با مقادیر زاویه برابر یا بالاتر از ۱۱/۵ درجه، دارای حساسیت ۷۸ درصد و ویژگی ۶۴ درصد بود. زاویه جانبی فمور دیستال (LDFA) برای مقادیر بالای ۹۰° دارای حساسیت ۷۴ درصد و ویژگی ۶۰ درصد بود. این مقادیر برای زاویه مکانیکی فمور - تیبیا (mFTA) بالای ۱۲/۵ درجه به ترتیب ۷۰ درصد و ۶۰ درصد بودند. زاویه برش والگوس (VCA) برای مقادیر بالای ۶/۵ درجه دارای حساسیت ۵۰ درصد و ویژگی ۸۸ درصد در تعیین مرحله بالاتر آزادسازی میانی بود. در مطالعه سجادی و همکاران، و آروس بالای ۱۹ درجه، زاویه همگرایی خط مفصل (JLCA) بالای ۶ درجه و زاویه تیبیای پروگزیمال میانی (MPTA) کمتر از ۸۱ درجه نیاز به آزادسازی مرحله سوم و چهارم داشت<sup>(۹)</sup>.

در مطالعه ما، تمامی بیماران تحت تعویض کامل مفصل زانو (TKA) با پروتز جایگزین رباط صلیبی خلفی (PS) قرار گرفتند. عدم توجه به شاخص توده بدنی (BMI)، همچنین مدت زمان انحراف و آروس، عوارض

- 5 D'Lima DD, Patil S, Steklov N, Colwell Jr CW. An ABJS Best Paper: Dynamic intraoperative ligament balancing for total knee arthroplasty. *Clinical Orthopedics and related research*. 2007;463:208-122. <https://doi.org/10.1097/blo.0b013e318150dc2c>
- 6 Mullaji A, Marawar S, Sharma A. Correcting varus deformity. *The Journal of arthroplasty*. 2007;22(4):15-19. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2007.01.017>
- 7 Rossi R, Cottino U, Bruzzone M, Dettoni F, Bonasia DE, Rosso F. Total knee arthroplasty in the varus knee: tips and tricks. *International orthopedics*. 2019;43(1):151-158. <https://doi.org/10.1007/s00264-018-4116-3>
- 8 Mullaji A, Shetty GJTb, journal j. Correcting deformity in total knee arthroplasty: techniques to avoid the release of collateral ligaments in severely deformed knees. 2016;98(1\_Supple\_A):101-104. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.98b1.36207>
- 9 Sajjadi MM, Okhovatpour MA, Safaei Y, Faramarzi B, Zandi RJTKS. Is Standing Coronal Long-Leg Alignment View Effective in Predicting the Extent of Medial Soft Tissue Release in Varus Deformity during Total Knee Arthroplasty? 2021;35(11): 1192-1198. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1721787>
- 10 Hunt NC, Ghosh KM, Athwal KK, Longstaff LM, Amis AA, Deehan DJKS, Sports Traumatology, Arthroscopy. Lack of evidence to support present medial release methods in total knee arthroplasty. 2014;22(12):3100-3112. <https://doi.org/10.1007/s00167-014-3148-5>
- 11 Moon YW, Kim JG, Woo KJ, Lim SJ, Seo JG. Analysis of medial flexion gap after medial release for varus deformity by navigation-guided TKA. *Orthopedics*. 2011;34(5):e37-e42. <https://doi.org/10.3928/01477447-20110317-10>
- 12 Martin JR, Jennings JM, Levy DL, Watters TS, Miner TM, Dennis DA. What preoperative radiographic parameters are associated with increased medial release in total knee arthroplasty? *The Journal of arthroplasty*. 2017;32(3):771-776. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2016.08.018>
- 13 Thimmegowda RB, Purushotham V, Patel SJJJoO. Sequential soft tissue release and unconstrained TKA implants in severe varus deformity-Prospective study in 75 knees. 2017;3(3):15-20. <https://doi.org/10.22271/ortho.2017.v3.i3a.04>
- 14 Aunan E, Röhrl SMJAO. No detrimental effect of ligament balancing on functional outcome after total knee arthroplasty: a prospective cohort study on 129 mechanically aligned knees with 3 years' follow-up. 2018;89(5):548-554. <https://doi.org/10.1080/17453674.2018.1485283>

## داربست‌های مورد استفاده در مهندسی بافت: مروری بر دستاوردها چالش‌ها (مقاله مروری)

### چکیده:

مهندسی بافت، علمی نوین و بین رشته‌ای است که بررسی روش‌های مورد استفاده در ترمیم ساختاری و عملکردی بافت‌های آسیب دیده می‌پردازد. یکی از مهمترین مراحل در مهندسی بافت، تهیه داربستی مناسب با ویژگی‌های سازگار با بافت هدف می‌باشد. در سال‌های اخیر با توجه به گسترش تکنولوژی، داربست‌های متعددی با استفاده از روش‌های گوناگون تهیه شده است که جهت ترمیم بافتهای متفاوتی کاربرد دارند. مطالعه حاضر به بررسی پژوهش‌های اخیر در خصوص تهیه داربست‌های مورد استفاده در مهندسی بافتهای گوناگون پرداخته است. با توجه به نتایج بررسی‌های انجام شده، داربست‌های متعدد شامل کامپوزیت‌ها، نانوفیبرها، هیدروژل‌ها، پلیمرهای سنتتیک یا نیمه سنتتیک و سرامیک‌ها تهیه و استفاده شده‌اند. برخی داربست‌ها نیز در طی سلول‌زدایی بافتهای طبیعی حاصل شده‌اند. همچنین روش‌های متعددی همچون الکتروریسی، الکترواسپینینگ یا چاپ سه‌بعدی به منظور تهیه داربست‌های سنتتیک مورد استفاده قرار گرفته‌اند. با این حال نیاز به بررسی‌های بیشتر *in-vivo* جهت اطمینان از عملکرد مناسب این داربست‌ها در شرایط درون بدن وجود دارد.

**واژگان کلیدی:** مهندسی بافت، پزشکی ترمیمی، داربست بافت، کامپوزیت آلوگرافت بافت

پذیرش مقاله: ۳۳ روز قبل از چاپ

محمد حسین شمس، آذین عطابخش،<sup>۱</sup> محمد رضا صفری

### مقدمه

مهندسی بافت یک یک علم میان رشته‌ای است که شامل توسعه مواد زیستی و تکنیک‌های ایجاد بافت‌های بیولوژیکی کاربردی برای جایگزینی یا ترمیم اندام‌های آسیب دیده در بدن انسان است. اهمیت مهندسی بافت در پتانسیل آن برای انقلابی در پزشکی بازساختی با ارائه جایگزین برای پیوند اندام، ترویج ترمیم و بازسازی بافت و پیشرفت آزمایش و توسعه دارو است<sup>(۱)</sup>. انواع داربست در مهندسی بافت را می‌توان به داربست‌های طبیعی (مشتق شده از منابع بیولوژیکی مانند کلاژن یا فیبرین) و داربست‌های مصنوعی (مواد مصنوعی مانند نانو الیاف پلیمری یا هیدروژل‌ها) طبقه بندی کرد. این ساختارها از رشد سلولی و بازسازی بافت در کاربردهای بیومدیکال پشتیبانی می‌کنند<sup>(۲)</sup>. با این حال، این روش با چالش‌هایی چون تامین داربست مناسب روبه روست. داربست‌های تهیه شده بایستی در عین شباهت ساختاری، مکانیکی و شیمیایی به *ECM* (Extra cellular matrix) طبیعی بافت، دارای استحکام کافی و همچنین زیست تخریب پذیری و زیست سازگاری بوده و سیگنال‌های لازم جهت تمایز سلول‌های بنیادی را تامین نمایند<sup>(۳-۸)</sup>. در حقیقت، ویژگی‌های داربست مورد استفاده تاثیر بسزایی بر موفقیت یا شکست ترمیم در طی مهندسی بافت دارد<sup>(۹)</sup>. موضوعی که در سال‌های اخیر به شدت مورد توجه محققان واقع شده است. اخیرا با توجه به گسترش تکنولوژی، داربست‌های متعددی با بهره‌گیری از روش‌های گوناگون جهت مهندسی بافت به کار گرفته شده‌اند<sup>(۱۰-۱۱)</sup>. تهیه این ترکیبات ضمن مواجهه با چالش‌های متعدد، دارای موفقیت‌های چشمگیری بوده است. با این حال نیاز به مطالعات گسترده‌تر با در نظر گیری و رفع مسائل موجود در پژوهش‌های پیشین جهت دستیابی به موثرترین داربست‌ها وجود دارد. هدف از این پژوهش، بررسی و مرور پژوهش‌های موجود جهت بیان دستاوردهای اخیر در خصوص طراحی داربست‌های مهندسی بافت می‌باشد.

۱. کمیته تحقیقات و فناوری دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران  
۲. گروه علوم آزمایشگاهی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

نویسنده مسئول:  
محمد رضا صفری

Email address:  
safarimr2000@yahoo.com

## داربست های نوین تهیه شده به منظور کاربرد در مهندسی بافت

در سال های اخیر داربست های متعددی جهت مهندسی بافت های متفاوت مورد استفاده قرار گرفته است. جدول ۱ خلاصه ای از این داربست ها و بافت قابل ترمیم توسط آنها را بیان می کند.

### پلی استرهای آلیفاتیک زیست تخریب پذیر

پلی استرهای آلیفاتیک زیست تخریب پذیر و زیست سازگار با خواص فیزیکی، شیمیایی و زیستی قابل تنظیم، از بهترین داربست های استفاده شده در مهندسی بافت هستند<sup>(۳۰)</sup>.

### پلی لاکتیک اسید (PLA) (Polylactic acid)

این پلی استر بر پایه اسید های هیدروکسی آلکانوئیک بوده و از مونومر های لاکتیک اسید حاصل می شود. این پلی مر به دلیل حاصل شدن از تخمیر قند ها دوست دار محیط زیست نام می گیرد. روش های متعددی برای تهیه این پلی مر وجود دارد که مهم ترین آنها پلیمر شدن حلقه گشای مونومر های حلقوی دی لاکتید با کاتالیزور فلزی، لایه نشانی مذاب و الکترورسی است. با وجود ویژگی های مناسب، این پلیمر دارای ایراداتی شامل تخریب آهسته، بلورینگی زیاد و آبگریزی می باشد که می توان در طی ترکیب آن با ترکیباتی چون ژلاتین، گرافن و لاپونیت جهت برطرف کردن آنها اقدام نمود<sup>(۱۲-۱۴، ۳۰)</sup>.

### پلی گلیکولیک اسید و پلی لاکتیک -CO-گلیکولیک اسید (Polyglycolic acid and poly lactic-co-glycolic acid)

پلی گلیکولیک اسید (PLGA) به دلیل سنتتیک بودن، دارای خواص قابل کنترل است. همچنین این پلیمر توانایی شکل پذیری و تطابق بافتی را دارد. از روش های سنتز این پلیمر می توان به پلیمری شدن تراکمی و حلقه گشا اشاره نمود. همچنین کوپلیمر شدن معمول ترین روش اصلاح ساختاری و عملکردی این زیست ماده می باشد<sup>(۳۰)</sup>.

به طور مثال ابوطالبی و همکاران موفق به بهبود خاصیت آنتی باکتریال چنین داربست های مذکور از طریق افزودن اکسید روی جهت کاربرد در مهندسی بافت استخوان شدند<sup>(۱۵)</sup>.

### پلی کاپرولاکتون (Polycaprolactone)

پلی کاپرولاکتون (PCL) پلی مری زیست سازگار است که در طی پلیمری شدن حلقه گشا از کاپرولاکتون حاصل شده و امکان بهبود ویژگی هایی چون زنده مانی سلولی، استحکام و الاستیسیته با افزودن ترکیبات دیگر به آن وجود دارد<sup>(۳۰)</sup>.

به طور مثال ترکیب این داربست با کراتین و نانولوله کربن، منجر به افزایش میزان تخلخل ها، چسبندگی و زنده مانی سلولی می گردد<sup>(۱۶)</sup>. همچنین، ایجاد اتصال عرضی میان این پلی مر و پلی اتیلن گلیکول و ترکیب آن با آپاتیت منجر به پیدایش داربستی با استحکام و خواص مکانیکی مناسب جهت مهندسی بافت استخوان خواهد شد<sup>(۱۷)</sup>.

جدول ۱: کاربرد داربست حاصل از هر ماده در ترمیم بافت های متفاوت

ماده	بافت
پلی لاکتیک اسید <sup>(۱۲)</sup>	استخوان
پلی لاکتیک اسید/ژلاتین/گرافن <sup>(۱۳)</sup>	استخوان
پلی لاکتیک اسید/لاپونیت <sup>(۱۴)</sup>	استخوان
پلی لاکتیک کو گلیکولیک اسید <sup>(۱۵)</sup>	استخوان
پلی کاپرولاکتون/کراتین/نانو لوله کربن <sup>(۱۶)</sup>	استخوان
پلی اتیلن گلیکول/پلی کاپرولاکتون/آپاتیت <sup>(۱۷)</sup>	استخوان
آپاتیت	استخوان
کیتوسان/هیالورونیک اسید <sup>(۱۸)</sup>	زخم
پلی کاپرولاکتون <sup>(۱۹-۲۱)</sup>	رگ/غضروف/عصب/چربی
نانوکلینوپتیلولیت، ژلاتین و $\beta$ -TCP <sup>(۲۲)</sup>	فک
پلی یورتان/پلی اتیلن ترفتالوات/پلی کاپرولاکتون <sup>(۲۳)</sup>	رگ
پلی یورتان <sup>(۲۴،۲۵)</sup>	واژن/رگ
کلاژن/فیبروئین <sup>(۲۶)</sup>	قربیه
فیبروئین/تیتانیوم/فلوئور <sup>(۲۷)</sup>	استخوان
کتیرا <sup>(۲۸)</sup>	غضروف
تیتانیوم/اکرمانیت <sup>(۲۹)</sup>	استخوان

و به دلیل ویژگی‌هایی همچون سنتز آسان، قابلیت اصلاح‌پذیری و پایداری، در کاربردهای مختلفی از جمله حسگرهای زیستی و دارورسانی استفاده می‌شود<sup>(۴۵)</sup>.

#### پلی آنیلین (Polyaniline)

پلی آنیلین، پلیمر حاصل از پلیمریزاسیون اکسایش-کاهش آنیلین در شرایط اسیدی است. این ماده در حالت‌های مختلف اکسایش رسانایی الکتریکی و رنگ‌های گوناگونی را از خود نشان می‌دهد که موجب شده در مهندسی بافت‌های پوست، عصب و استخوان مورد توجه قرار گیرد<sup>(۴۶)</sup>.

#### پلی اتیلن دی اکسی تیوفن (PEDOT) (Polyethylene dioxythiophene)

این پلیمر یکی از موفق‌ترین پلیمرهای مشتق از تیوفن است که به دلیل رسانایی بالا، پایداری گرمایی و الکتروشیمیایی برتر، کاربردهای گسترده‌ای در تجهیزات الکترونیکی، ترانزیستورهای زیستی و داربست‌های زیستی برای تحریک الکتریکی دارد.

#### پلیمرهای رسانای غیر ذاتی

##### نانولوله‌های کربنی

نانولوله‌های کربنی به دلیل رسانایی الکتریکی و پایداری بالای خود، در مهندسی بافت و نانوتکنولوژی کاربرد فراوانی پیدا کرده‌اند. این نانومواد می‌توانند به‌عنوان جایگزین یا تکمیل‌کننده پلیمرهای رسانای ذاتی مورد استفاده قرار گیرند<sup>(۴۷)</sup>.

##### گرافن و گرافن اکسید

گرافن و مشتقات آن مانند گرافن اکسید به دلیل خواص الکتریکی، گرمایی و نوری بسیار مشابه با نانولوله‌های کربنی، توجه بسیاری از پژوهشگران را به خود جلب کرده‌اند. این مواد در طراحی داربست‌های رسانا و هوشمند در مهندسی بافت به کار گرفته می‌شوند<sup>(۴۸)</sup>.

##### داربست‌هایی بر پایه محافظت عصبی نانوذرات سریم اکسید

در مهندسی بافت عصب، داربست‌های تهیه‌شده از بافت‌های آلونژیک به دلیل شباهت به محیط طبیعی و کاهش ایمنی‌زایی مورد توجه قرار دارند. یکی از چالش‌های بزرگ در ترمیم ضایعات عصبی تولید رادیکال‌های آزاد است که می‌تواند با استفاده از نانوذرات سریم اکسید، به عنوان یک آنتی‌اکسیدان، مدیریت شود. این نانوذرات به دلیل فعالیت مشابه سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز، می‌توانند به خنثی‌سازی گونه‌های اکسیژن واکنش‌پذیر کمک کنند<sup>(۴۹)</sup>.

#### داربست نانوکلینوپتیلولیت، ژلاتین و $\beta$ -TCP (Nanoclinoptilolite scaffold, gelatin and $\beta$ -TCP)

کامپوزیت‌های حاصل از زیست‌مواد ژلاتین و بتا تری کلسیم فسفات ( $\beta$ -TCP) کاربرد گسترده‌ای در مهندسی بافت فک دارند. با این وجود کامپوزیت‌های حاصله دارای استحکام ناچیزی بوده و به طور گسترده‌ای استفاده از آنها محدود می‌شود<sup>(۴۲)</sup>.

#### پلی هیدروکسی آلکانوات‌ها (Polyhydroxyalkanoates)

این پلیمرها توسط میکروارگانیسم‌های زیادی به شکل گرانول‌های حامل انرژی و کربن تولید و ذخیره می‌شوند<sup>(۳۰)</sup>. به طور مثال، بنابر پژوهش‌های موجود، حتی می‌توان با بهره‌گیری از لجن فعال حاصله از تصفیه فاضلاب شهری کشت داده شده در راکتور، این مواد را حاصل کرد (با زمان ماند سلولی ۵ روز و هیدرولیکی ۱۰ ساعت). با این حال اجزاء محیط داخلی راکتور همچون PH، ترکیبات خوراک دهی و نحوه تهویه گازی تاثیر بسزایی بر کیفیت و کمیت پلی‌مر حاصله دارد<sup>(۳۱)</sup>.

#### داربست‌های آپاتیتی نانو ساختار

داربست‌های آپاتیتی به دلیل شباهت ساختاری بالا به بافت استخوان، پایداری ساختاری، استحکام مکانیکی و زیست‌سازگاری، عوامل موثری در مهندسی بافت استخوان هستند<sup>(۳۲)</sup>. همچنین ترکیب این داربست‌ها با موادی چون پوسته تخم شتر مرغ، پلی‌کاپرولاکتون و فیبرین غنی از پلاکت، کربوکسی متیل کیتوسان و باریم تیانات منجر به بهبود خواص داربست مذکور می‌گردد<sup>(۳۳-۳۸)</sup>. با این حال برخی پژوهش‌ها بیانگر تاثیر بیشتر داربست‌های آپاتیتی طبیعی مستخرج از بافت استخوان نسبت به داربست‌های سنتتیک هستند<sup>(۳۹)</sup>.

#### داربست‌های کامپوزیتی

در مهندسی بافت از انواع کامپوزیت‌های مختلف با ترکیبات متنوع به منظور ترمیم بافت‌هایی مانند استخوان استفاده می‌شود. این داربست‌ها با ترکیب مواد زیست‌سازگار و زیست‌فعال همچون پلی‌کاپرولاکتون، آپاتیت و ژلاتین ساخته شده‌اند تا علاوه بر ارائه ویژگی‌های مکانیکی مناسب، خواص زیستی بهتری نیز فراهم کنند. همچنین می‌توان با افزودن آنتی‌بیوتیک‌هایی چون تتراسایکلین از عفونت جلوگیری نمود<sup>(۴۰-۴۴)</sup>.

#### داربست‌های نانو فیبری رسانا

داربست‌های رسانا در مهندسی بافت‌های الکتروفعلی چون قلب، عصب و استخوان کاربرد دارند. این داربست‌ها را می‌توان از ترکیب مواد آلی رسانا و نانو ساختارها حاصل کرد. نانو ساختارهای مورد استفاده شامل موادی گسترده مثل گرافن، نانولوله‌های کربنی و نانوذرات فلزی چون طلا هستند.

#### پلیمرهای رسانای ذاتی

این پلیمرها به دلیل رسانایی الکتریکی، کاربردهای متنوعی در پزشکی پیدا کرده‌اند، به ویژه در حوزه‌هایی مانند حسگرهای زیستی و تجهیزات الکترونیکی کاشتنی. با این حال، یکی از چالش‌های اساسی در مهندسی بافت، تخریب‌ناپذیری ذاتی این مواد است که می‌تواند در طی ترکیب با دیگر مواد اصلاح گردد.

#### پلی پیرول (Polypyrrole)

پلی‌پیرول یکی از شناخته‌شده‌ترین پلیمرهای رسانای سنتزی است. این پلیمر بی‌شکل و غیر شفاف از مونومرهای محلول در آب به‌دست می‌آید

**داربست های طبیعی**

داربست‌های زیست‌مواد طبیعی با توجه به خواص مناسب در مهندسی بافت‌هایی چون غضروف استفاده می‌شوند. این مواد شامل کیتوزان، کلاژن/ژلاتین، آلژینات، فیبرین، الاستین، هپارین، کندرویتین سولفات و اسید هیالورونیک هستند. با وجود خواص زیستی بهتر آنها در مقایسه با انواع مصنوعی، مشکلاتی مانند خطر آلودگی، ایمنی‌زایی، تولید محدود و استحکام مکانیکی پایین دارند.

برای رفع این چالش‌ها، استفاده از داربست‌های سنتزی مانند پلی‌گلیکلیک اسید (PGA)، پلی‌اتیلن‌اکسید (PEO)، پلی‌لاکتیک اسید (PLA) و پلی‌اتیلن‌گلیکول (PEG)، مورد توجه قرار گرفته است (۵۰-۵۲).

**داربست های نانوساختار**

فناوری نانو به عنوان ابزاری مناسب جهت ساخت داربست‌هایی مشابه با ماتریکس در مهندسی بافت مورد استفاده است. بافت و اندام‌های طبیعی و سلول‌ها به طور مستقیم با ماتریکس نانوساختار ارتباط دارند. نانوفیبرها (از جمله نانو تیوبها، نانو فیبرهای الکتروسپون و نانو ذرات) بستر بالقوه‌ای در مقیاس نانو در زمینه مهندسی بافت‌هایی چون غضروف ایجاد کرده‌اند (۵۰).

**داربست‌های ساخته شده بر پایه پلی یورتان ( Polyurethane based scaffolds)**

داربست‌های پلی‌یورتان در مهندسی بافت، به‌ویژه برای بازسازی بافت‌های عروقی و واژن، بسیار مورد توجه هستند (۲۱، ۲۳، ۲۵). این داربست‌ها با استفاده از تکنیک‌های نانوفناوری و روش‌هایی همچون الکتروریسی تهیه می‌شوند و به دلیل قطر نانومتری الیاف، شباهت خوبی به ماتریکس طبیعی دارند. همچنین، ترکیب این داربست‌ها با پلی‌مرهایی چون پلی‌کاپرولاکتون و پلی‌اتیلن ترفتالات، در تقلید ساختار ماتریکس عروق کاربرد دارند (۲۳، ۲۴).

**داربست های هیبریدی متخلخل بر پایه PEPC**

نتایج پژوهش اغمیونی و همکاران (۵۳) نشان می‌دهند که ترکیب پلیمرهای مورد استفاده در تهیه داربست، نقش مهمی در تامین میکرو محیط و بستر لازم برای مهندسی بافت ایفا می‌کند چرا که داربست‌های PCP و PEPC رفتار بیومکانیکی و بیوشیمیایی متفاوتی را ارائه دادند به طوری که داربست هیبریدی PCP جهت مهندسی بافت‌های نرم مناسب تر است.

**داربست های حاصل از سلول زدایی ماتریکس های طبیعی**

یکی از روش‌های نوین، سلول زدایی داربست‌های طبیعی است. در طی این روش محققان، با استفاده از روش‌های فیزیکی، شیمیایی یا آنزیمی اقدام به حذف سلول‌های بافت بدون آسیب به ECM می‌نمایند که منجر به ایجاد داربست مناسب می‌گردد.

به طور مثال در سال‌های اخیر، داربست‌های متعددی در طی سلول زدایی بافت بیضه یا عصب سیاتیک موش، مئانه گوسفند و بافت استخوانی اسفنجی لگن گوساله تهیه شده است (۳۹، ۵۷-۵۴).

**هیدروژل ها**

هیدروژل‌ها شبکه‌های پلیمری سه بعدی نامحلول در آب هستند که به روش‌های شیمیایی یا فیزیکی شبکه‌ای شده و دارای اتصالات عرضی هستند. ویژگی مهم هیدروژل‌ها قابلیت جذب بسیار زیاد آب یا سیالات زیستی است (۵۸).

با توجه به ویژگی‌های ساختاری، شبیه‌سازی ماتریکسی هیدروژل‌ها برخلاف داربست‌ها سه بعدی است. هیدروژل‌ها از مونومرهای قطبی طبیعی یا سنتتیک حاصل می‌شوند. امروزه به دلیل خواص بهتر، هیدروژل‌های سنتتیک جایگزین انواع طبیعی شده‌اند (۵۹).

**داربست های فیبرینی**

ویژگی‌ها و خواص مهم فیبرین همچون سازگاری و هماهنگی با بدن، عملکرد و ساختار فیزیولوژیک ویژه، تحریک نفوذ سلولی و ترمیم بافت توسط مشتقات حاصل از تخریب آن منجر به کاربرد گسترده آن در پزشکی بازساختی، ارتوپدی، ترمیم زخم و بازسازی پوست شده است (۶۰).

**داربست های ساخته شده با استفاده از آلبومین**

آلبومین به دلیل فراوانی در بدن انسانی و ویژگی‌های ساختاری ویژه، پروتئینی زیست‌سازگار، زیست‌تخریب پذیر و مقاوم در شرایط فیزیولوژیک است (۶۱).

این ویژگی‌ها مسبب کاربرد‌های متعدد آن از جمله استفاده به صورت ترکیب شده با دیگر مواد جهت تهیه داربست و یا پوشش دادن داربست‌های تولیدی با استفاده از آن می‌شود (۶۲).

**داربست نانوفیبری کلاژن/فیبروئین ابریشم**

زرگر و همکاران (۲۶) نشان دادند که داربست‌های نانوالیاف حاوی فیبروئین و کلاژن می‌توانند به بهبود ترمیم اپیتلیوم قرنیه کمک کنند. همچنین، ترکیب فیبروئین با نانوذرات تیتانیوم عامل‌دار شده با فلئور، زیست‌فعالیت مناسبی برای مهندسی بافت استخوان نشان داده است. پژوهشی دیگر نیز حاکی از آن بود که الکتروریسی فیبروئین، حتی بدون اصلاحات اضافی، توانایی تقویت تکثیر سلول‌های بنیادی مزانشیمی را دارد (۲۷، ۶۳).

**هاردیستونیت**

سرامیک‌های کلسیم/سیلیکاتی، به دلیل ویژگی‌های متعدد کاربرد وسیعی در مهندسی بافت دارند. یکی از این سرامیک‌ها هاردیستونیت می‌باشد. صادق زاده و همکاران (۶۴) برای اولین بار موفق به تهیه پودر و داربست هاردیستونیت زیست‌فعال در طی آلیاژسازی مکانیکی و استفاده از فضا ساز شدند.

**هیدروژل کنیرا**

در پژوهشی با استفاده از کنیرای حاوی تیرامین، آنزیم هرس رادیش پراکسیداز و هیدروژن پراکسید هیدروژل درجایی از کنیرا حاصل شد که در طی آزمون‌هایی تمایز سلول‌های بنیادی مزانشیمی به سلول‌های غضروف ساز مورد تایید قرار گرفت (۲۸).

**داربست کامپوزیتی نانو آپاتیت/PLGA**

تبتتر آهنگر<sup>(۶۵)</sup> در پژوهش خود با استفاده از پیرولیز استخوان ران گوساله و بهبود خواص آن در طی ترکیب با PLGA و مس موفق به تهیه ماتریکس آپاتیتی مشابه با استخوان اسفنجی انسان شد.

**داربست سه بعدی ژلاتین-لامینین**

مطالعه ای نشانگر اثر بخشی مناسب پوشش دادن داربست سه بعدی ژلاتین با لامینین جهت تمایز سلول های بنیادی مزانشیمی بافت چربی موش به سلول های شبه هپاتوسیتی است<sup>(۶۶)</sup>.

**داربست پلی کاپرولاکتون/کراتین تقویت شده با COOH-MWCNT**

در پژوهش میرحاج و همکاران<sup>(۶۷)</sup> مقایسه زیست سازگاری داربست های پلی کاپرولاکتون، پلی کاپرولاکتون/کراتین و پلی کاپرولاکتون/کراتین تقویت شده با نانولوله های کربنی چند دیواره کپسول دار (-COOH MWCNT) در طی الکترورسی نشان دهنده عملکرد مناسب تقویتی COOH-MWCNT جهت تمایز استئوژنیک سلول های بنیادی مزانشیمی بود.

**داربست تیتانیومی متخلخل پوشش داده شده با آکرمانیت**

در پژوهشی<sup>(۶۸)</sup> از پوشش آکرمانیت تهیه شده به روش سل-ژل جهت بهبود خواص داربست تیتانیومی متخلخل تهیه شده به کمک سدیم کلرید به عنوان عامل فضا ساز استفاده شد. بررسی های زیست فعالی (با استفاده از مایع شبیه ساز بدن)، تصاویر میکروسکوپی الکترونی رویشی و پراش اشعه ایکس نشانگر ویژگی های مناسب داربست حاصله به منظور مهندسی بافت استخوان بود.

**روش های مورد استفاده در تهیه داربست های مهندسی بافت****الکترورسی (ES)**

یکی از کارآمدترین روش های تهیه داربست های نانو ساختار الکترورسی است به طوری که معمولا در مقایسه با دیگر روش ها، این روش بسیار گسترده تر مورد استفاده قرار می گیرد. در طی ES، محلولی از پلیمر ها به صورت نانوفیبر هایی (با قطر نانو تا میکرومتر) با نسبت سطح به حجم بالا و برهمکنش سلولی مناسب پردازش می گردد. در این روش می توان با کنترل ولتاژ و ویژگی های محلول خواص فیبر حاصله را کنترل کرد، همین موضوع الکترورسی را به عنوان تکنیک ساخت نانو فیبر ها نزد مهندسان بافت به شدت محبوب کرده است<sup>(۶۸،۶۹)</sup>. با وجود کاربرد گسترده ES به دلیل قرارگیری رندوم پلی مر ها در این روش سایز پور ها تحت تاثیر قرار می گیرد. برای حل این چالش ها الکترورسی ذوبی (MES) توصیه شده است<sup>(۷۰،۷۱)</sup>. در طی MES، پلی مرها با عبور از یک گرم کننده ذوب شده و با استفاده از یک سیستم آغاز جت شکل گرفته و جمع آوری می شوند<sup>(۷۲)</sup>.

**خشک کردن انجمادی امولسیون**

در طی این متد یک امولسیون در طی میکس کردن محلول پلیمر و آب ایجاد میشود. امولسیون حاصله به سرعت سرد و سپس فریز می شود که منجر به ایجاد داربستی متخلخل با منافذ بسیار می گردد. (داربست هایی با تخلخل ۹۰ درصد و پور سایز ۲۰ تا ۲۰۰ میکرون)<sup>(۷۱)</sup>.

**جداسازی فازی به واسطه گرما**

یک تکنیک فابریکاسیون است که شامل فرو نشانیدن محلول پلیمر در دمایی پایین تر از نقطه انجماد حلال است که منجر به جداسازی آن به صورت فاز های غنی و فقیر از پلیمر می شود که در طی آن یک داربست منفذ دار ایجاد خواهد شد.

داربست های حاصل شده در طی این روش، دارای استحکام بالاتر و منافذ باریکتری هستند. همچنین خواص این داربست ها کنترل شده نخواهد بود<sup>(۷۱،۷۳)</sup>.

**قالب گیری ذوبی**

این تکنیک شامل میکس کردن پودر پلیمر و لود کردن آن در یک قالب است. پس از گرم کردن این میکس یک داربست با مشخصه های کنترل شده حاصل می گردد.

**پروتوتایپینگ سریع (RP)**

این متد در تولید داربست های دارای اتصالات عرضی کامل مورد توجه است. بر خلاف متد های سنتی، این تکنیک منجر به کنترل دقیق ساختار داربست و سایز منافذ خواهد شد. در طی RP، ابتدا یک مدل سه بعدی کامپیوتری حاصل می گردد. در ادامه، مدل حاصل شده به صورت دیجیتالی به لایه های مقطعی تفکیک شده و با استفاده از آن، داربست به صورت لایه لایه تهیه می گردد<sup>(۷۴)</sup>.

**داربست های سه بعدی طبیعی**

زیست مواد نیز کاربرد وسیعی در طراحی داربست ها دارند. به طور مثال کلاژن میتواند در ایجاد داربست های زیست فعال موثر باشد. این داربست ها یک محیط ایده آل برای چسبیدن و پرولیفراسیون سلول های شبه استئوبلاست که برای مهندسی بافت استخوان ضروری است هستند<sup>(۷۵)</sup>. همچنین می توان در طی سلول زدایی ماتریکس طبیعی، داربست هایی مناسب با عملکرد موثر تهیه نمود.

**داربست های چاپ شده سه بعدی**

پرینت سه بعدی امکان تهیه داربست هایی با خواص به شدت تنظیم شده را با استفاده از مدل های کامپیوتری فراهم می کند. داربست های تهیه شده دارای ساختاری از پیش تعیین شده هستند که ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و زیستی مورد نظر را خواهند داشت. این داربست ها در ترمیم بافت های سخت و نرم متعدد کاربرد دارد<sup>(۷۶)</sup>.

## نتیجه گیری

ترمیم بافت‌های آسیب‌دیده یکی از چالش‌های مهم پزشکی است که مهندسی بافت به عنوان راهکاری مؤثر برای آن مطرح شده است. طراحی داربست‌هایی با ویژگی‌های مناسب، مانند زیست‌سازگاری و زیست‌تخریب‌پذیری، در این فرآیند اهمیت دارد. روش‌هایی مانند الکتروریسی، جداسازی فازی و چاپ سه‌بعدی به تولید داربست‌های متنوع برای ترمیم بافت‌هایی مثل استخوان و غضروف کمک کرده‌اند. با این حال، تحقیقات بیشتری برای ارزیابی کارایی این داربست‌ها در شرایط بدن لازم است تا بتوان بهترین داربست‌ها را برای هر بافت شناسایی کرد.

## منابع

- method for bone tissue engineering. *New processes in materials engineering*. 2021;15(1):67-72.
- 13 Mohammadi r, shaki, kargozar. Fabrication of nanofibrous hybrid scaffolds from polylactic acid-graphene and gelatin for use in bone tissue engineering. *Journal of Polymer Science and Technology*. 2019;31(6):563-74.
- 14 Orafa i, shiva, zamanian, bakshi, nikookar, habib, ghalandari, behafarid. Evaluation of biocompatibility of laponite-coated PLA scaffold on human bone marrow mesenchymal stem cells. *Animal Biology Quarterly*. 2021;13(4):101-17.
- 15 Abutalebi p, abbas tabarahangar. The effect of adding zinc oxide on the antibacterial behavior of hydroxyapatite-poly(lactic-coglycolic acid) composite scaffold for bone tissue engineering applications. *Biology of microorganisms*. 2018;7(25):33-43.
- 16 Vida h, Mahbube M, Marjan M. Fabrication and evaluation of surface properties and biodegradability of polycaprolactone/keratin nanofibrous scaffold containing carbon nanotubes for use in bone tissue engineering.
- 17 Sahnazari, Koupaiee. Fabrication and characterization of tissue engineering network scaffold based on polycaprolactone DL/polyethylene glycol diacrylate/hydroxyapatite. *Scientific-research quarterly journal of new materials*. 2019;10(37):33-46.
- 18 Sharifi, Karimi, Taban, Shirian, Sadegh, Mirzaiee. Comparative study of the effect of chitosan and chitosan along with hyaluronic acid on wound healing in rats. *Veterinary clinical sciences of Iran*. 2021;15(1):55-68.
- 19 Ghosoori, Setayeshmehr, Tahrikafrani, Dehghani, Valiani. Characterization of polycaprolactone/extracellular matrix nanofiber composite scaffold for use in tissue engineering. *Journal of Isfahan Medical School*. 2019;37(521):296-302.
- 20 Shafiee, Seyedesara, Shavandi, Nikakhtar, Yegane. Investigating the effect of adding nanoclay on the properties of polycaprolactone nanocomposite scaffold containing mesenchymal stem cells derived from adipose tissue for use in soft tissue engineering. *Scientific-research journal of advanced materials in engineering*. 2022;39(4):45-59.
- 21 Baaji, Pezeshkimodares, Mohammad, Rajabi. A review in vascular tissue engineering: advances and challenges. *Razi Journal of Medical Sciences*. 2019;26(5):114-30.
- 22 Tabesh DH, Gholamichahares H, Rezaiee M, houshman DB. Investigating the physicochemical properties of nanoclinoptilolite scaffold, TCP- $\beta$ , gelatin and its application in periodontal tissue engineering. *Journal of Research in Dental Sciences*. 2020;17(4).
- 23 Jirofti, Mohebikahori, Davoud, Hajizade, Afra, Samimi. Studying the amount of changes in Young's modulus and fracture resistance in polyurethane-based binary polymer composite structures based on stress-strain loading for use in blood vessel tissue engineering. *Amirkabir Mechanical Engineering Journal*. 2019;52(12):3567-82.
- 24 Nazadi, Keshvari, Yousefzade. Optimization of polyurethane scaffolds with Taguchi test design for vascular tissue engineering applications. *Journal of Polymer Science and Technology*. 2020;33(5):419-33.
- 25 Najme D, Mohsen H, Saeed F, Seyedmohammad M, Habib N. Development of polyurethane nanofibrous scaffold for vaginal tissue engineering. 2021.
- 26 Zargar, Shaghayegh, Asefnejad, Azade, Azami, Mahmoud, et al. Fabrication and characterization of collagen/silk fibroin nanofibrous scaffolds for corneal tissue engineering. *Advanced materials and technologies*. 2022.
- 1 Razavi Z-S, Soltani M, Mahmoudvand G, Farokhi S, Karimi-Rouzbahani A, Farasati-Far B, et al. Advancements in tissue engineering for cardiovascular health: a biomedical engineering perspective. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. 2024;12.
- 2 Razavi ZS, Farokhi S, Mahmoudvand G, Karimi-Rouzbahani A, Farasati-Far B, Tahmasebi-Ghorabi S, et al. Stem cells and bio scaffolds for the treatment of cardiovascular diseases: new insights. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*. 2024;12.
- 3 Kiani M, Abbasi M, Ahmadi M, Salehi B. Organ transplantation in Iran; current state and challenges with a view on ethical consideration. *Journal of clinical medicine*. 2018;7(3):45.
- 4 Schulz K-H, Kroencke S. Psychosocial challenges before and after organ transplantation. *Transplant Research and Risk Management*. 2015:45-58.
- 5 Jalali Jahromi A, Mirhosseini M, Molla Hoseini H, Nikukar H. A Review on Commonly Used Scaffolds in Tissue Engineering for Bone Tissue Regeneration. *The Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences*. 2020;28(1):2235-54.
- 6 Liao S, Chan CK, Ramakrishna S. Stem cells and biomimetic materials strategies for tissue engineering. *Materials Science and Engineering: C*. 2008;28(8):1189-202.
- 7 Safari M. Free radicals in biological systems. 1, editor. *Hamedan University of Medical Sciences and Health Services: Hamedan University of Medical Sciences and Health Services Research Deputy*; 2002. 261 p.
- 8 Chen G, Ushida T, Tateishi T. Scaffold design for tissue engineering. *Macromolecular Bioscience*. 2002;2(2):67-77.
- 9 Abd El-Aziz AM, Serag E, Kenawy MY, El-Maghraby A, Kandil SH. Hydrothermally reinforcing hydroxyapatite and bioactive glass on carbon nanofiber scaffold for bone tissue engineering. *Front Bioeng Biotechnol*. 2023;11:1170097.
- 10 Lynch CR, Kondiah PPD, Choonara YE. Advanced Strategies for Tissue Engineering in Regenerative Medicine: A Biofabrication and Biopolymer Perspective. *Molecules*. 2021;26(9).
- 11 Abdollahi F, Saghatchi M, Paryab A, Malek Khachatourian A, Stephens ED, Toprak MS, et al. Angiogenesis in bone tissue engineering via ceramic scaffolds: A review of concepts and recent advancements. *Biomater Adv*. 2024;159:213828.
- 12 Mohammad K, Amini. Anisotropy of mechanical properties of polylactic acid scaffolds produced by melt deposition

- 27 Johari, Madahhoseini, Samadikouchaksaraii. Comparison of bioactive behavior of fibroin/titanium dioxide nanoparticles and fibroin/titanium dioxide nanoparticles containing fluorine ion nanocomposite scaffolds for bone tissue engineering. *Metallurgical and materials engineering*. 2021;32(1):75-84.
- 28 Tavakol, Moslem, Vasheghanifarhani, Ebrahim, Soleymani, Masoud, et al. Preparation of in situ enzymatically formed hydrogel from chemically modified catira for cartilage tissue engineering. *Journal of cellular and molecular research (scientific)*. 2019;32(3):297-310.
- 29 Arastouii, Masoud, Doustmohammadi. Fabrication and characterization of porous titanium scaffold coated with ackermanite. *New processes in materials engineering*. 2017;11(2):87-98.
- 30 Arwana, reza A, Shojaei S. Application of biodegradable aliphatic polyesters in tissue engineering. *Journal of Polymer Science and Technology*. 2021;34(4):319-48.
- 31 Hossein Ged, Ebrahim V, Seyed Mehdi B, Nader M. Investigation of the production of polyhydroxyalkanoates (PHAs) in an activated sludge reactor. 2005.
- 32 Borhan, Esmailzade. Fabrication of nanostructured apatite scaffolds by freeze casting method for bone tissue engineering. *Advanced materials and technologies*. 2021;10(2):21-31.
- 33 Alahgahi, Fatahi, Saeedi, Mortazaviroodmiane, Mirmahmud. Studying the biological, compositional and surface topographic properties of hydroxyapatite/ostrich eggshell granular scaffold for bone tissue engineering. *Animal Biology Quarterly*. 2021;13(3):27-40.
- 34 Sina Y, Hosein N, Hosein K. Fabrication of 3D-printed polycaprolactone/hydroxyapatite scaffolds coated with platelet-rich fibrin for bone tissue engineering. *Iranian Journal of Veterinary Medicine*. 2022;16(4):400-13.
- 35 Angoorajtaghavi, Rabiee, Jahanshahi, Nasiri. The effect of dicalcium phosphate dihydrate bioceramic nanoparticles on electrospun polycaprolactone nanofibers with the aim of bone tissue engineering. *Journal of Ceramic Science and Engineering*. 2018;7(3):63-72.
- 36 Satari, Rafieenia, Mohammad, Khorasani, Salehirazave. Cell behavior study of polycaprolactone/gelatin electrospun scaffold containing hydroxyapatite nanoparticles and vitamin D3. *Journal of Isfahan Medical School*. 2017;35(425):387-92.
- 37 Ehterami, Arian, Saraieean, Payam, Etemadihighighi, Azamai, et al. Fabrication and investigation of properties of barium titanate scaffold with nano hydroxyapatite coating for bone tissue engineering. *Modares Mechanical Engineering*. 2018;17(12):417-22.
- 38 Dini, Javadpour, Jafar, Ghafari, Rezaiee. Investigating factors affecting the production of raw calcium phosphate parts by 3D printing method. *Journal of Ceramic Science and Engineering*. 2020;9(1):71-7.
- 39 Khavandi, Basaeri, Vahid. Investigating the effect of natural and synthetic hydroxyapatite in 3-component scaffold, HA, carbon nanotube and gelatin. *Iranian Ceramic Quarterly*. 2018;14(3):27-32.
- 40 Tohidlou, Shafiee, Seyedesara, Shiralipour. Fabrication and evaluation of electrospun polycaprolactone/aminated carbon nanotube nanocomposite scaffold containing mesenchymal stem cells for use in hard tissue engineering. *Advanced materials and technologies*. 2020;8(4):19-30.
- 41 Soltani, Mohammad, Yousefpoor, Mardali, Taherian. Fabrication, characterization and biological evaluation of sodium alginate-fluorohydroxyapatite composite scaffold for use in bone tissue engineering. *Composite science and technology*. 2019;6(3):481-90.
- 42 Gharghi M, Gharaviane M, Rafiee M. Investigating the behavior of MG63 cells on electrospun polycaprolactone/carbon quantum dot nanocomposite scaffold containing captopril for bone tissue engineering.
- 43 Bohlooli, Tamjid, Mohammadi, Nikkha. Study of cytotoxicity, hemocompatibility and antibacterial properties of composite scaffolds based on polycaprolactone containing tetracycline hydrochloride for use in bone tissue engineering. *Biotechnology*. 2020;11(1):61-9.
- 44 Najafi, Asadi, Zohri, Saber, Abdolmaleki. Fabrication of nanofiber scaffolds using polycaprolactone containing silymarin to study neural cell tissue engineering. *Journal of Ardabil University of Medical Sciences*. 2022;22(1):7-17.
- 45 Geetha S, Rao CR, Vijayan M, Trivedi D. Biosensing and drug delivery by polypyrrole. *Analytica Chimica Acta*. 2006;568(1-2):119-25.
- 46 Kheilnezhad B, Safaei Firoozabady A, Aidun A. An overview of polyaniline in tissue engineering. *Journal of Tissues and Materials*. 2020;3(4):6-22.
- 47 Edwards SL, Werkmeister JA, Ramshaw JA. Carbon nanotubes in scaffolds for tissue engineering. *Expert Review of Medical Devices*. 2009;6(5):499-505.
- 48 Daraieenejad, Shabani, Iman. A review of conductive nanofibrous scaffolds for tissue engineering applications. *Journal of Polymer Science and Technology*. 2019;32(3):189-210.
- 49 Arzanipour, Yasaman, Abdolmaleki, Asadi, Zohri, Saber. Synthesis, identification and evaluation of supportive properties and neuroprotective effects of cerium oxide nanoparticles as a candidate in neural tissue engineering. *Shafai Khatam Journal of Neuroscience*. 2021;9(3):55-63.
- 50 Seyadesaeede, Sahraee, Kalhor N, Sheykhhasan M. Application of scaffolds in cartilage tissue engineering. *Razi Journal of Medical Sciences*. 2019;26(8).
- 51 Mashayekhi, Mirzade, Bagherikholanjani, Shadab. The effect of cross-linking and neutralizing agents on the morphology of electrospun chitosan scaffolds. *Journal of Polymer Science and Technology*. 2017;29(6):519-29.
- 52 Ahmadi, Fadavi, Akram, Gahrouiee S, Hasannasab. Evaluation of chitosan scaffold characteristics synthesized by enzymatic method and its efficiency for loading neonatal fibroblast cells. *Researches in cell culture and karyotic tissues*. 2022;2(4).
- 53 Aghampouni I, Azade, Sharifzadebaiee, Koshal H, Khiavi A. Design of porous hybrid scaffold based on PEPC modified with chitosan for application in soft tissue engineering: investigation of structural similarities and biomechanical behavior. *Practical research in chemistry*. 2020;14(1):91-108.
- 54 Gholami, Asadi, Abdolmaleki, Zohri, Saber. Evaluating the efficiency of selenium nanoparticles in the production of decellularized neural scaffolds and the ability to preserve stem cells cultured on them: a laboratory study. *Scientific Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences*. 2021;20(7):733-46.

- 55 Abdolmaleki, Ghayour, Zohri, Saber, Asadi, Rasouli, et al. Preparation of decellularized sciatic nerve scaffold and evaluation of its histological characteristics and mechanical properties for use in peripheral nerve repair. *Journal of Faculty of Medicine, Tehran University of Medical Sciences*. 2019;77(2):115-22.
- 56 Majidigharenza, Movahedin, Mazaheri. Preparation of biocompatible testicular scaffold for use in tissue engineering. *Razi Journal of Medical Sciences*. 2020;27(4):37-48.
- 57 Najafzangir, Asadi, Zohri, Saber. Preparation of biological scaffold derived from sheep bladder and investigation of biocompatibility and mechanical properties of the scaffold. *Cell and tissue*. 2019;10(3):181-92.
- 58 Zare, Sona, Ahmadi, Mohammadnia, Niloofarshzade, Mahmoudi, et al. Synthesis, structure and optical characterization of gelatin hydrogel for skin tissue engineering. *Medical laser scientific-research quarterly*. 2021;17(4):21-9.
- 59 Matlabilatape, Sogol, Sharifzadebahi, Heidarykoshal. Investigating the role of methyl cellulose in the structure of heat-sensitive hydrogel as an injectable system for use in soft tissue engineering: fabrication and characterization. *Practical research in chemistry*. 2020;14(2):27-46.
- 60 Hasannia, Shahriar, Bahri, Gashtasbi, Dabirmanesh. A review of the applications of fibrin and its derivatives in wound healing and tissue engineering. *Biotechnology*. 2020;11(3):15-22.
- 61 Sethi A, Sher M, Akram MR, Karim S, Khiljee S, Sajjad A, et al. Albumin as a drug delivery and diagnostic tool and its market approved products. *Acta Pol Pharm*. 2013;70(4):597-600.
- 62 Ragheb, Golzar, Saeedifar, Javadpour, Jafar. Nanocomposite based on albumin protein and a review of its applications in medical engineering. *Journal of Ceramic Science and Engineering*. 2021;9(4):76-105.
- 63 Janitermi, Fatahi, Joursaraii, Seyedgholamali. Fabrication of electrospun fibroin scaffold and the effect of its pre-incubation in the culture medium on the survival and adhesion of rat bone marrow mesenchymal cells. *Developmental biology*. 2021;13(2):19-30.
- 64 Sadeghzade, Sarvar, Emadi, Labaf, Sheida. Fabrication and evaluation of mechanical and bioactive properties of hardistone nanostructure scaffold using spacer. *Scientific-research journal of advanced materials in engineering*. 2022;37(1):55-67.
- 65 Ahangar At. Investigating the structural and biological properties of nano hydroxyapatite composite scaffold coated with PLGA containing nano copper oxide doped with silver. *Nanochemistri and electrochemistry*. 2021;1(1):26-36.
- 66 Roshanzade, Sahebghadamlotfi, Arjmand. Differentiation of rat adipose mesenchymal stem cells into hepatocyte-like cells using 3D gelatin/laminin scaffold. *Researches in cell and tissue*. 2021;2(2):8-20.
- 67 Mahmoudi, Haghighi, Mirhaj. Fabrication and evaluation of surface properties and biodegradability of polycaprolactone/keratin nanofibrous scaffold containing carbon nanotubes for use in bone tissue engineering. *Scientific-research quarterly journal of new materials*. 2020;11(39):15-30.
- 68 Ganji, Baradaran, Mhya, Sedighian. Application of electrospun nanofibers in tissue engineering: scaffolds with slow release of growth factors. *Basparesh scientific quarterly*. 2021;11(2):31-41.
- 69 Janfada, Asefnejad, Azade, Khorasani, Dalirijoupari. Evaluation of the effect of voltage and working distance parameters on the morphology of polycaprolactone-KIT-6 scaffold made by electrospinning method. *Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*. 2020.
- 70 Avossa J, Herwig G, Toncelli C, Itef F, Rossi RM. Electrospinning based on benign solvents: current definitions, implications and strategies. *Green Chemistry*. 2022;24(6):2347-75.
- 71 Raeisdasteh Hokmabad V, Davaran S, Ramazani A, Salehi R. Design and fabrication of porous biodegradable scaffolds: a strategy for tissue engineering. *Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition*. 2017;28(16):1797-825.
- 72 Bachs-Herrera A, Yousefzade O, del Valle LJ, Puiggali J. Melt Electrospinning of Polymers: Blends, Nanocomposites, Additives and Applications. *Applied Sciences*. 2021;11(4):1808.
- 73 Tang Y, Lin Y, Ma W, Wang X. A review on microporous polyvinylidene fluoride membranes fabricated via thermally induced phase separation for MF/UF application. *Journal of Membrane Science*. 2021;639:119759.
- 74 Chua CK, Leong KF, An J. Introduction to rapid prototyping of biomaterials. *Rapid prototyping of biomaterials: Elsevier*; 2020. p. 1-15.
- 75 Pina S, Ribeiro VP, Marques CF, Maia FR, Silva TH, Reis RL, et al. Scaffolding Strategies for Tissue Engineering and Regenerative Medicine Applications. *Materials (Basel)*. 2019;12(11).
- 76 Varma MV, Kandasubramanian B, Ibrahim SM. 3D printed scaffolds for biomedical applications. *Materials Chemistry and Physics*. 2020;255:123642.

## پیامدهای مصرف طولانی مدت داروهای کورتیکواستروئید بر سیستم اسکلتی عضلانی (مقاله مروری)

### چکیده:

کورتیکواستروئیدها داروهای پرکاربرد هستند که مصرف آن‌ها در حال افزایش است. در بیماری‌های خودایمنی و روماتولوژی، استفاده از کورتیکواستروئیدها به صورت پالس درمانی و طولانی‌مدت بسیار رایج است و به دلیل پاندمی کووید-۱۹، مصرف آن‌ها افزایش چشمگیری یافته است. با این حال، مصرف طولانی‌مدت کورتیکواستروئیدها می‌تواند با عوارض جانبی متعددی بر سیستم اسکلتی-عضلانی همراه باشد، از جمله استئوپروز، افزایش خطر شکستگی، نکروز آواسکلار، هیپوکالسمی، هیپوویتامینوز D و اختلال در رشد استخوان در کودکان. استئوپروز ناشی از کورتیکواستروئیدها شایع‌ترین نوع پوکی استخوان ثانویه است. چندین عامل مانند سن، مدت‌زمان مصرف، سابقه خانوادگی پوکی استخوان، شکستگی‌های قبلی و میزان دریافت کلسیم در شیوع آن نقش دارند. کورتیکواستروئیدها اثرات خود را با اختلال در تعادل بین عملکرد سلول‌های استئوبلاست و استئوکلاست اعمال می‌کنند. این داروها همچنین با تغییر در جذب کلسیم از روده و دفع کلسیم از طریق کلیه‌ها، متابولیسم کلسیم را مختل می‌کنند. برای به حداقل رساندن این عوارض، می‌بایست درمان با کورتیکواستروئید در صورت امکان محدود شود-با مصرف مکمل‌های کلسیم و ویتامین D همراه باشد، ایجاد وقفه‌های حداقل سه‌ماهه بین دوره‌های مصرف کورتیکواستروئید و در نظر داشتن درمان‌های جایگزین (به‌ویژه در اطفال) می‌تواند به کاهش خطرات احتمالی کمک کند.

**واژگان کلیدی:** کورتیکواستروئید، استئوپروز، سیستم اسکلتی عضلانی، عوارض جانبی دارو

پذیرش مقاله: ۵۱ روز قبل از چاپ

دکتر عبدالسلام رزاقی،<sup>۱</sup> دکتر سینا اسماعیلی،<sup>۱</sup> دکتر محمد آیتی فیروزآبادی،<sup>۱</sup> دکتر پویا طباطبایی ایرانی،<sup>۱</sup> دکتر حامد نقی زاده،

دکتر سیدمحمدجواد مرتضوی

### مقدمه

هورمون‌های گلوکوکورتیکوئیدی (Glucocorticoid) واسطه‌های اولیه در پاسخ به استرس‌ها و ریتم شبانه روزی بدن هستند همچنین بر هموستاز کل بدن، تعدیل پاسخ ایمنی و عملکرد مغز، یکپارچگی بافت‌ها تأثیر می‌گذارد و بر روی سیستم اسکلتی نیز اثر خود را اعمال می‌کنند<sup>(۱)</sup>.

داروهای گلوکوکورتیکوئیدی که با نام‌های کورتیکواستروئیدی یا استروئید نیز خوانده می‌شوند برای اولین بار در سال ۱۹۰۱ برای کنترل درد سیاتیک و سرطان معرفی شدند. در سال ۱۹۳۲، کوشینگ اثرات قرار گرفتن در معرض گلوکوکورتیکوئیدها بر متابولیسم استخوان را توضیح داد<sup>(۲)</sup> و در سال ۱۹۴۰ پس از شناسایی کورتیکواستروئیدها به عنوان موادی با خاصیت ایمونوساپرسیو قوی، استفاده دارویی از آنها در درمان بیماری‌های التهابی مزمن نظیر آسم، بیماری‌های التهابی روده، شوک الرژیک و آرتریت‌ها مرسوم شد<sup>(۳)</sup>. در سال ۱۹۵۳، کورتیکواستروئیدها به صورت نورواکسیال برای بیماری‌های ستون فقرات استفاده شدند<sup>(۴)</sup>. از آن زمان، کورتیکواستروئیدها به یک روش متداول در مدیریت درد ستون فقرات (به ویژه در موارد لنگش نورولوژیک و رادیکولوپاتی ناشی از دیسک هرنی)، آرتروپاتی‌های التهابی، و اختلالات درد اسکلتی-عضلانی تبدیل شده‌اند<sup>(۵)</sup>. کورتیکواستروئیدها منجر عوارض نامطلوبی بر ارگان‌های مختلف بدن می‌گردند از جمله ارگان‌هایی که تحت تأثیر قرار می‌گیرند سیستم اسکلتی و عضلانی بوده که با خطر پوکی استخوان (استئوپروز) و افزایش شانس بروز شکستگی، نکروز استخوان در نواحی مختلف بدن، کاهش میزان کلسیم و ویتامین D با ایجاد اختلالات هورمونی و اختلال در رشد استخوانی در کودکان روبرو است<sup>(۶)</sup>.

استئوپروز ناشی از کورتیکواستروئیدها (Corticosteroid-induced osteoporosis (CICO)) همچنان یک مشکل بالینی مهم و رایج است. این بیماری اولین بار در بیماران مبتلا به بیماری کوشینگ یا سایر شرایط افزایش کورتیکواستروئیدها اندوزن شناخته شد. با این حال، از زمان معرفی کورتیکواستروئیدهای درمانی بیش از ۶۰ سال پیش، استئوپروز ناشی از کورتیکواستروئید اکنون بسیار بیشتر در افرادی که با کورتیکواستروئیدها درمان می‌شوند دیده می‌شود<sup>(۴)</sup>. این وضعیت نسبت به پوکی استخوان مرتبط با سن یا بعد از یائسگی متمایز است و به همین دلیل به عنوان یک بیماری متابولیک استخوانی جداگانه محسوب می‌شود<sup>(۵،۶)</sup>.

۱ مرکز تحقیقات بازسازی مفاصل (JIRC)، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران  
۲ گروه جراحی ارتوپدی، مجتمع بیمارستانی امام خمینی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

نویسنده مسئول:

دکتر سیدمحمدجواد مرتضوی

Email address:

smjmort@yahoo.com

**استئوپروز و شکستگی به دنبال مصرف کورتیکواستروئید:**

استئوپروز ناشی کورتیکواستروئیدها (CIO) یکی از شایع ترین علل استئوپروز (ثانویه) ناشی از دارو است و ۲۰٪ تمام موارد استئوپروز را شامل می شود<sup>(۱۴)</sup>. مطالعات نشان داده اند که مصرف کورتیکواستروئیدها با کاهش قابل توجه تراکم استخوانی، تخریب ساختار استخوان، و افزایش قابل توجه خطر شکستگی مرتبط است<sup>(۴)</sup>. کاهش سریع در تراکم املاح استخوانی معمولاً ۳-۶ ماه پس از شروع درمان با کورتیکواستروئیدها مشاهده می شود و در مدت مصرف کورتیکواستروئیدها ادامه می یابد علاوه بر ستون فقرات، شکستگی لگن و دنده از دیگر شکستگی های شایع به دنبال مصرف کورتیکواستروئیدها می باشند<sup>(۱۵-۱۷)</sup>، که نشان می دهد مکان هایی که غنی از استخوان تراپکولار هستند بیشتر از ساختارهای کورتیکال تحت تأثیر قرار می گیرند. جالب اینجاست که برخی از مطالعات گسترش سریع شکستگی ها در بیمارانی که کورتیکواستروئید دریافت می کنند را، حتی قبل از کاهش قابل تشخیص در تراکم املاح استخوانی مشاهده کرده اند، که نشان می دهد نه تنها توده استخوان بلکه کیفیت استخوان نیز در حضور سطح بالای فیزیولوژیکی کورتیکواستروئیدها به خطر می افتد<sup>(۸،۱۷،۱۸)</sup>.

مهمترین عوامل خطر برای ایجاد CIO شامل سن بالا (بیش از ۶۵ سال)، قرارگیری طولانی در معرض دارو بیش از ۳ ماه، سابقه استئوپروز، سابقه خانوادگی استئوپروز، مصرف کم کلسیم، سابقه شکستگی، سابقه خانوادگی شکستگی لگن و آرتريت روماتوئید می باشند که خود موجب افزایش شانس بروز شکستگی می گردد<sup>(۲)</sup>.

مطالعات متعددی تلاش کرده اند تا خطر شکستگی مرتبط با مصرف طولانی مدت کورتیکواستروئیدها را تخمین بزنند. در برخی گروه ها که به صورت طولانی مدت با کورتیکواستروئیدهای خوراکی درمان می شوند، خطر ابتلا به استئوپروز و شکستگی های مهره ای بیش از ۵۰٪ تخمین زده شده است<sup>(۱۹)</sup>. این میزان خطر ابتلا به استئوپروز و شکستگی، به بیماری خاصی که تحت درمان است و پروفایل سنی و جنسیتی جمعیت های مورد مطالعه بستگی دارد. مطالعات مبتنی بر جمعیت نیز نشان داده اند که استفاده از کورتیکواستروئیدها با افزایش خطر شکستگی مرتبط است<sup>(۲۰)</sup>. مهم تر اینکه، خطر بروز شکستگی در لگن (خطر نسبی، ۱/۶) و ستون فقرات (خطر نسبی، ۲/۶) و همچنین خطر افزایش یافته شکستگی های غیر مهره ای (خطر نسبی، ۱/۳) نیز مشاهده شده است. حتی دوزهای نسبتاً کم کورتیکواستروئیدها با افزایش قابل توجه بروز شکستگی مرتبط بوده است، به طوری که دوزهایی پایین ۲/۵ میلی گرم در روز با شکستگی های ستون فقرات مرتبط بوده اند. این افزایش خطر نسبی بروز شکستگی، وابسته به دوز درمانی و مدت مصرف این دارو هاست. علاوه بر این با قطع مصرف دارو، خطر نسبی شکستگی طی سال اول کاهش می یابد و این کاهش در طی ۳ ماه اول توقف مصرف دارو، بارز تر است بنابراین با توجه به کاهش نسبی خطر شکستگی طی ۳ ماهه اول، به نظر می آید اعمال یک دوره ۳ ماهه بین مصرف کورتیکواستروئید

این مطالعه، مروری جامع بر عوارض جانبی مرتبط با استخوان در اثر مصرف سیستمیک کورتیکواستروئیدها ارائه می دهد. با بررسی مطالعات و ارائه شواهد بالینی موجود، این مطالعه به دنبال ارائه درکی دقیق از اثرات منفی کورتیکواستروئیدها بر سلامت استخوان و کمک به کاهش این عوارض طی مصرف این داروها می باشد.

**اپیدمیولوژی**

استفاده از کورتیکواستروئیدها در درمان بیماری های مختلف همچنان بالا بوده و در حال افزایش است. مطالعه انجام شده در بریتانیا گزارش دادند که تا ۱٪ از جمعیت، کورتیکواستروئیدهای خوراکی را به صورت طولانی مدت مصرف می کردند<sup>(۷،۸)</sup>. این رقم در سالمندان به تقریباً ۳٪ افزایش می یابد. داده های ایالات متحده بر اساس پایگاه داده های نظرسنجی ملی سلامت و تغذیه بین سال های ۱۹۹۹ و ۲۰۰۸، تخمین زدند که شیوع استفاده بلندمدت از کورتیکواستروئیدها ۱/۲٪ است<sup>(۹)</sup>. در مطالعه جهانی پوکی استخوان در زنان، نرخ استفاده از کورتیکواستروئیدها در این جمعیت پس از یائسگی ۴/۶٪ بوده است<sup>(۱۰)</sup>. مطالعاتی بر اساس پایگاه داده های بریتانیا نشان می دهد که مصرف طولانی مدت از کورتیکواستروئیدها به تدریج در حال افزایش است<sup>(۱۱)</sup>. یک مطالعه اخیر بر اساس جمعیت دانمارک گزارش داد که ۳٪ از جمعیت دانمارک حداقل یک نسخه برای کورتیکواستروئیدهای سیستمیک دریافت کرده اند. در جمعیت سالمندان دانمارک، این رقم به حدود ۸٪ تا ۱۰٪ افزایش یافته است<sup>(۱۲)</sup>. بنابراین، درصد قابل توجهی از جمعیت جهانی در معرض کورتیکواستروئیدها قرار دارند و اپیدمیولوژی استفاده از کورتیکواستروئیدها نیاز به نظارت مداوم دارد.

**پاتوژنز**

مواجهه با کورتیکواستروئید با منشا اندوزن (افزایش استروئیدهای بدن با منشا داخلی) و یا اگزوزن (با مصرف داروهای استروئیدی) موجب افزایش جذب استخوانی می گردد استروئیدهای داخلی که تحت تاثیر محور هیپوتالاموس و هیپوفیز - آدرنال تولید می شوند نقش موثری در متابولیسم استخوان دارند<sup>(۱)</sup> نقش استروئیدهای جنسی در متابولیسم استخوان بسیار مهم است به گونه ای که کاهش سطح آندروژن و استرادیول منجر به افزایش بروز شکستگی های علامت دار مهره ای می گردد<sup>(۱۳)</sup>.

کورتیکواستروئیدها منجر به برهم خوردن تعادل بین فعالیت سلول های استئوبلاست و استئوکلاست می گردند در حقیقت کورتیکواستروئیدها موجب افزایش جذب استخوانی (bone resorption) ناشی از استئوکلاست و کاهش تشکیل استخوان (bone formation) ناشی از استئوبلاست می گردد و با القای آپوپتوز استئوبلاست ها و استئوسیت ها منجر به کاهش تشکیل استخوان می گردد از طرفی با افزایش طول عمر استئوکلاست ها موجب افزایش جذب استخوان می گردد به همین دلیل در استئوپروز بعد از دوران یائسگی، به نظر می رسد مکانیسم افزایش جذب استخوانی نقشی کلیدی در بروز بیماری ایفا می کند<sup>(۱)</sup>.

هیپرکلسترولمی (سطح کلسترول متوسط، ۲۵۴ میلی‌گرم/دسی‌لیتر) در ۸۴٪ از این بیماران ( $P > 0.031$ ) گزارش شده است<sup>(۳۲)</sup>. داروهای مهارکننده پروتئاز که در درمان ضد رتروویروسی فعال (HAART) استفاده می‌شوند، با هیپرکلسترولمی و هیپرتری‌گلیسیریدی همراه هستند و استفاده از آنها با افزایش خطر AVN همراه دارد<sup>(۳۳)</sup>. بنابراین عواملی نظیر هیپرلیپیدی، مصرف الکل، سیگار و اختلال عملکرد کبد می‌توانند به عنوان عوامل مستعد کننده ایجاد AVN در بیماران تحت درمان با گلوکوکورتیکوئید در نظر گرفته شوند.

#### مقدار دوز مورد نیاز برای پیدایش استئونکروز

میزان دقیق دوز و مدت زمان استفاده از کورتیکواستروئید برای ایجاد استئونکروز مشخص نیست؛ اما مطالعات اخیر نشان داده اند که دوزهای بالای کورتیکواستروئیدها می‌توانند منجر به AVN شوند (به عنوان مثال مصرف تنها ۲ تا ۳ هفته ۵۱۰۰ میلی‌گرم متیل پردنیزولون)<sup>(۳۴)</sup>.

یک مطالعه بر روی بیماران مبتلا به لوپوس اریتماتوز سیستمی (systemic lupus erythematosus) (SLE)) که به بررسی ارتباط استروئید با عوامل پروترومبوتیک پرداخته است به همراه سایر مطالعات نشان دادند که یکی از مهم‌ترین عوامل خطر برای بروز AVN در بیماران مبتلا به SLE، دوز روزانه کورتیکواستروئیدهای خوراکی و بروز ظاهر کوشینگوئید در پاسخ به استروئیدها بوده است. در این مطالعه، بیماران مبتلا به AVN به طور میانگین دوزهای بالاتری از پردنیزون را مصرف می‌کردند (۶۰ میلی‌گرم در روز در مقابل ۳۷ میلی‌گرم در روز به صورت میانگین)<sup>(۳۵)</sup>.

در یک مطالعه گذشته‌نگر از بیماران مبتلا به SLE، مجموع دوز پردنیزولون بین کسانی که AVN داشتند و گروه کنترل تفاوتی نداشت اما در بالاترین دوز تجمعی در ماه اول و چهار ماه اول تفاوت معناداری وجود داشته است<sup>(۳۶)</sup>. با این حال این روند ابتلا به AVN در مطالعه ای دیگر که بیماران مبتلا به کرون را بررسی کرده بود مشاهده نشده است<sup>(۳۷)</sup>.

#### اختلال رشد در کودکان

رشد جسمانی کودکان برابندی از سلامت آنهاست و برای یک رشد جسمی و استخوانی مناسب فاکتورهای متعددی لازمند که با عملکرد مناسب آنها یک رشد جسمانی مناسب رخ می‌دهد کورتیکواستروئیدها با مکانیسم‌های متفاوت و با اثرگذاری بر سیستم‌های مختلف بدن منجر به اختلال در رشد جسمی و استخوانی کودکان و بالغین می‌گردند<sup>(۳۸)</sup>.

کورتیکواستروئید با اثر بر سیستم گوارشی و اختلال در جذب کلسیم، با اثر بر کلیه و افزایش دفع و اختلال در باز جذب کلسیم و در نتیجه افزایش هورمون پاراتیروئید، با اثر بر استخوان و اختلال در عملکرد و کاهش تعداد استئوبلاست‌ها و افزایش تعداد استئوکلاست‌ها، با افزایش آپوپتوز و آتروفی سلول‌های عضلانی، کاهش هورمون‌های جنسی و در نتیجه کاهش skeletal load، اختلال در محور GH-IGF-1 (growth hormone - insulin like growth factor 1)، با تاثیر مستقیم بر صفحه رشد و کاهش تکثیر کندروسیت‌ها، کاهش

ها به خصوص در بیمارانی با ریسک افزایش یافته برای ایجاد استئوپروز، ضروری است<sup>(۳۱،۳۲)</sup>.

#### استئونکروز به دنبال مصرف کورتیکواستروئیدها:

استئونکروز (که به عنوان نکروز آواسکولار نیز شناخته می‌شود) (AVN) [avascular necrosis] یک تخریب پیشرونده استخوان است که به دلیل تضعیف رگ‌های خونی استخوان و در نتیجه، مرگ استخوان و مغز استخوان رخ می‌دهد. عامل کلیدی در توسعه استئونکروز، قطع خونرسانی به سطح استخوان است که باعث مرگ استئوسیت‌ها و سلول‌های چربی شده و منجر به ادم مغز استخوان و تغییرات در ساختار استخوان می‌شود. نواحی با بیشترین خطر شامل لگن، زانوها، سر استخوان بازو و فک (به دلیل استفاده از بیسفسونوات‌ها) هستند. مصرف الکل و استفاده از گلوکوکورتیکوئیدها از شایع‌ترین علل استئونکروز هستند<sup>(۳۳)</sup>.

#### نظریه‌های مربوط به علت استئونکروز

چگونگی ایجاد تغییرات مرتبط با avascular necrosis (AVN) استخوان توسط کورتیکواستروئیدها هنوز در حد فرضیات است. نظریه‌ها عمدتاً هیپرلیپیدی همراه با "امبولی چربی"، کاهش جریان خون یا تغییرات در ادم مغز استخوان را که می‌تواند جریان خون به ناحیه استخوانی آسیب‌دیده را مختل کند را به عنوان عامل ایجاد AVN مطرح کرده‌اند. مدل‌های حیوانی نیز توانسته اند شواهدی برای اثبات این فرضیات فراهم کنند<sup>(۳۴،۳۵)</sup>. همچنین مطالعات نشان می‌دهند بسیاری از شباهت‌ها بین اثرات منفی الکل و کورتیکواستروئیدها بر روی استئوبلاست‌ها و استئوژنز ممکن است به پیشرفت استئونکروز و ناتوانی در ترمیم آسیب‌های ناشی از هیپرلیپیدی کمک کنند<sup>(۳۶-۳۸)</sup>.

#### عوامل مستعد کننده در پیشرفت استئونکروز ناشی از کورتیکواستروئیدها

بسیاری از مطالعات ارتباط بین AVN و هیپرلیپیدی را گزارش کرده‌اند. در سال ۱۹۷۸، جیکوبز هیپرکلسترولمی را در ۱۷ و هیپرتری‌گلیسیریدی را در ۷ بیمار مبتلا به نکروز سر استخوان ران گزارش کرد<sup>(۳۹،۴۰)</sup>. مصرف الکل به عنوان یک عامل خطر مهم برای AVN تعریف شده است، به طوری که خطر نسبی (relative risk) (RR) وابسته به میزان الکل مصرفی در هر هفته افزایش می‌یابد. کسانی که کمتر از ۴۰۰ میلی‌لیتر در هفته مصرف می‌کردند، RR برابر با ۳/۳ نسبت به افراد عادی داشتند؛ کسانی که ۴۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌لیتر در هفته مصرف می‌کردند، RR برابر با ۹/۸ داشتند؛ و کسانی که بیش از ۱۰۰۰ میلی‌لیتر در هفته مصرف می‌کردند، RR برابر با ۱۷/۹ داشتند ( $P > 0.01$ ). برای کسانی که دارای "اختلال عملکرد کبدی" بودند، RR به ۴/۶ افزایش یافت ( $P > 0.01$ ) و با ترکیب با مصرف الکل بیش از ۴۰۰ میلی‌لیتر در هفته، RR به ۱۱ افزایش یافت ( $P > 0.01$ ). همچنین افراد سیگاری ۳ برابر بیشتر از افراد غیرسیگاری احتمال ابتلا به استئونکروز داشتند (به صورت مستقل از مصرف الکل)<sup>(۴۱)</sup>. در یک تحلیل گذشته‌نگر از بیماران مبتلا به AVN،

استئوکلاست‌ها شده و منجر به افزایش جذب استخوانی (bone resorption) می‌گردد<sup>(۴۵)</sup>.

علاوه بر آن با کاهش تولید IGF-1، باعث کاهش تولید ماتریکس و کلاژن ماتریکس استخوان و مینرالیزاسیون آن می‌گردد و با در نظر گرفتن اثرات غیر مستقیم آن نظیر اختلالی که در متابولیسم کلسیم ایجاد می‌کند موجب کاهش حجم استخوان تراکولار (افزایش حجم استخوان کورتیکال) و کاهش عناصر معدنی استخوان می‌گردد همچنین با اختلال در فانکشن IGF-1 موجب افزایش مرگ سلول‌های عضلانی می‌گردد<sup>(۴۶)</sup>.

#### تاثیر بر متابولیسم کلسیم و کمبود ویتامین D

کمبود ویتامین D یعنی ۲۵ هیدروکسی ویتامین دی (25(OH)D) به صورت شایعی در جوامع دیده می‌شود و این در حالی است که مطالعات متعددی نقش کمبود ویتامین D را در بیماری‌های اسکلتی-عضلانی و افزایش خطر شکستگی، بیماری‌های کاردیو وسکولار، کلیوی، بیماری‌های اتوایمیون و عفونت‌ها موثر می‌دانند<sup>(۴۷)</sup>.

مطالعات اخیر نشان داده‌اند مصرف کورتیکواستروئید می‌تواند موجب کاهش ویتامین D و متابولیت‌های آن می‌گردد<sup>(۴۸)</sup> در مطالعه‌ای که Skversky و همکاران در بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۶ انجام دادند نشان دادند که ۰.۹ درصد از جمعیت بالغین و کودکان آمریکایی سابقه مصرف کورتیکواستروئید را طی ۳۰ روز گذشته ذکر می‌کنند و از این بین درصد قابل توجهی از آنها ۲۵ هیدروکسی ویتامین D کمتر از ۱۰ ng/ml دارند که در مقایسه با جمعیتی که مصرف استروئید را ذکر نمی‌کنند قابل توجه می‌باشد<sup>(۴۷)</sup>.

در مطالعه Toloza و همکاران<sup>(۴۸)</sup> که بر روی ۱۲۴ بیمار مبتلا به SLE و تحت درمان با استروئید انجام شد و مطالعه Seering و همکاران<sup>(۴۹)</sup> که بر روی ۱۰۰ بیمار مبتلا به آسم و تحت درمان با کورتیکواستروئید انجام گرفت ارتباط معنادار بین مصرف کورتیکواستروئید و کاهش ۲۵ هیدروکسی ویتامین D اثبات گردید.

مکانیسم این همراهی به طور کامل مشخص نیست اما مطالعات اخیر نشان دادند که مصرف دگزامتازون به عنوان یک کورتیکواستروئید پر مصرف باعث افزایش بیان آنزیم ویتامین D ۲۴ هیدروکسیلاز و در نتیجه کاهش متابولیت‌های ویتامین D نظیر ۲۵ هیدروکسی ویتامین D و ۱ و ۲۵ هیدروکسی ویتامین D می‌گردد<sup>(۵۰)</sup>.

به نظر می‌آید کورتیکواستروئید‌ها مستقیماً و با همکاری رسپتورهای خود، C/EBP و رسپتورهای ویتامین D منجر به افزایش transcription آنزیم ۲۴ هیدروکسیلاز می‌گردد با افزایش فعالیت آنزیم ۲۴ هیدروکسیلاز نقش خود را در کاهش 25(OH)D ایفا می‌کند علی‌رغم این شائبه که ممکن است بیماری زمینه‌ای که منجر به تجویز استروئید گردیده و سوء تغذیه و کاهش مواجهه با نور خورشید در ارتباط با بیماری زمینه‌ای ممکن است عامل اصلی کاهش ویتامین D باشد مطالعات مختلف با در نظر گرفتن موارد فوق، مصرف کورتیکواستروئید را به عنوان یک عامل مستقل در کاهش ویتامین D شناسایی کرده‌اند<sup>(۵۱)</sup>.

هایپرتروفی و افزایش آپوپتوز کندروسیت‌ها و کاهش تولید ماتریکس و مینرالیزیشن آن و کاهش استوژنز موجب اختلال در رشد طولی استخوان می‌گردد<sup>(۳۹)</sup>.

#### تاثیر بر محور هورمون رشد و IGF-1

رشد خطی استخوان در صفحه رشد و در نتیجه ی فرایند chondrogenesis و تبدیل غضروف به استخوان (فرایند enchondral ossification) رخ می‌دهد و در این بین هورمون رشد و فاکتور رشد شبه انسولین (IGF-1) محرک‌های مهمی در ایجاد رشد خطی استخوان می‌باشند<sup>(۴۰)</sup>.

کورتیکواستروئید در سطوح مختلف این محور را تاثیر قرار می‌دهد مصرف کوتاه مدت کورتیکواستروئید باعث تحریک تولید هورمون رشد و IGF-1 می‌گردد در حالی که مصرف طولانی مدت آن در نهایت موجب کاهش تولید عملکرد هورمون رشد می‌گردد<sup>(۴۱)</sup>.

کورتیکواستروئید باعث کاهش رسپتورهای ghlerin در Arcuate nucleus مغز و در نتیجه کاهش هورمون آزاد کننده هورمون رشد (GHRH) در هیپوتالاموس گردیده و علاوه بر آن باعث کاهش پاسخ دهی سلول‌های سماتوتروف (somatotrope) هیپوفیز نسبت به هورمون آزاد کننده هورمون رشد (GHRH) می‌گردد همچنین موجب افزایش تولید و فعالیت سوماتوستاتین در هیپوتالاموس می‌گردد که خود یک هورمون ممانعت کننده تولید هورمون رشد می‌باشد و بدین ترتیب کورتیکواستروئید در سطوح مختلف از Arcuate nucleus تا هیپوفیز با اثر بر هورمون رشد و کاهش حساسیت سلول‌های هدف نسبت به IGF-1 موجب اختلال در رشد کودکان می‌گردد<sup>(۴۲)</sup>.

#### تاثیر مستقیم بر صفحه رشد (growth plate)

کورتیکواستروئیدها از شیوه‌های مختلف می‌توانند با تاثیر مستقیم بر صفحه رشد باعث اختلال در رشد استخوانی کودکان گردند کورتیکواستروئید با کاهش بیان رسپتورهای هورمون رشد و با کاهش مستقیم IGF-1 باعث کاهش تمایز سلول‌ها و افزایش آپوپتوز آنها می‌شود در زون پرولیفیریتیو، کورتیکواستروئیدها با کاهش تولید IGF-1 مانع از تکثیر کندروسیت‌ها می‌گردد در واقع کورتیکواستروئید باعث اختلال در بیان رسپتورهای هورمون رشد، تولید IGF-1 و اختلال در اتصال هورمون به رسپتور می‌گردد<sup>(۴۳)</sup>. کورتیکواستروئیدها همچنین باعث اختلال در تولید کلاژن ماتریکس و معدنی شدن (mineralization) می‌گردند و البته باعث افزایش مرگ سلول (آپوپتوز) و اختلال در گسترش عروقی می‌گردد<sup>(۴۴)</sup>.

#### تاثیر مستقیم بر استخوان و عضله

کورتیکواستروئید با اثر مستقیم بر عناصر مختلف تشکیل دهنده استخوان باعث اختلال در رشد استخوانی در کنار کاهش رشد طولی اندام به واسطه تاثیر مستقیم بر صفحه رشد می‌گردد کورتیکواستروئید موجب کاهش عملکرد استئوبلاست‌ها و در نتیجه، کاهش تشکیل استخوان (bone formation) می‌گردد همزمان موجب افزایش تعداد

عملکرد استئوبلاست‌ها و افزایش اپوپتوز آنها و با افزایش تعداد استئوکلاست و کاهش اپوپتوز آنها موجب کاهش فرآیند تولید استخوان و افزایش فرآیند بازجذب استخوان می‌گردند و با کاهش جذب کلسیم از سیستم گوارش و افزایش دفع کلیوی آن و با اثرات مستقیم بر صفحه رشد کودکان و اختلال در مسیر هورمون رشد و IGF-1 اثرات زیانبار خود را اعمال می‌کند؛ بنابراین لازم است با توجه به عوارض بالقوه این داروها، با به حداقل رساندن مصرف آنها و جایگزین کردن آنها با داروهای مناسب تر، از بروز عوارض جلوگیری کنیم و در صورت مصرف، مدت مواجهه بیمار را به حداقل رسانده و با اعمال توقف ۳ ماهه بین مصرف کورتیکواستروئید و کاهش دوز دارو خطر بروز استئوپروز و شکستگی ناشی از آن را کاهش دهیم و با جایگزین کردن عناصری نظیر کلسیم و ویتامین D، خطر بروز این عوارض را در بیماران به حداقل برسانیم.

### منابع

- Hartmann, K., et al., Molecular actions of glucocorticoids in cartilage and bone during health, disease, and steroid therapy. *Physiological reviews*, 2016. 96(2):409-447. doi: 10.1152/physrev.00011.2015
- Mitra, R., Adverse effects of corticosteroids on bone metabolism: a review. *PM&R*, 2011. 3(5): 466-471. doi: 10.1016/j.pmrj.2011.02.017
- Botwin, K., et al., Fluoroscopically guided caudal epidural steroid injections in degenerative lumbar spine stenosis. *Pain Physician*, 2007. 10(4): 547-548.
- Strehl, C., et al., Defining conditions where long-term glucocorticoid treatment has an acceptably low level of harm to facilitate implementation of existing recommendations: viewpoints from an EULAR task force. *Annals of the rheumatic diseases*, 2016. 75(6): 952-957. doi: 10.1136/annrheumdis-2015-208916
- Van Staa, T., et al., Use of oral corticosteroids and risk of fractures. *Journal of bone and mineral research*, 2000. 15(6): 993-1000. doi: 10.1359/jbmr.2000.15.6.993
- Hardy, R. and M. Cooper, Bone loss in inflammatory disorders. *Journal of Endocrinology*, 2009. 201(3): 309-320. doi: 10.1677/JOE-08-0568
- van Staa, T.P., et al., Use of oral corticosteroids in the United Kingdom. *Qjm*, 2000. 93(2): 105-111. doi: 10.1093/qjmed/93.2.105
- van Staa, T.P., et al., Children and the risk of fractures caused by oral corticosteroids. *J Bone Miner Res*, 2003. 18(5): 913-918. doi: 10.1359/jbmr.2003.18.5.913
- Overman, R.A., J.Y. Yeh, and C.L. Deal, Prevalence of oral glucocorticoid usage in the United States: a general population perspective. *Arthritis Care Res (Hoboken)*, 2013. 65(2):294-298. doi: 10.1002/acr.21796
- Silverman, S., et al., International management of bone health in glucocorticoid-exposed individuals in the observational GLOW study. *Osteoporos Int*, 2015. 26(1):419-420. doi: 10.1007/s00198-014-2883-2
- Fardet, L., I. Petersen, and I. Nazareth, Prevalence of long-term oral glucocorticoid prescriptions in the UK over the past 20 years. *Rheumatology (Oxford)*, 2011. 50(11): p. 1982-1990. doi: 10.1093/rheumatology/ker017

کاهش ویتامین D در کنار سایر اثرات کورتیکواستروئید بر بدن منجر به کاهش کلسیم ازاد سرم می‌گردد علاوه بر آن مصرف کورتیکواستروئید باعث کاهش جذب کلسیم از سیستم گوارشی و افزایش دفع توبولار و اختلال در بازجذب آن از سیستم کلیوی می‌گردد<sup>(۵۲)</sup> به همین دلیل می‌بایست سطح ویتامین D در بیمارانی که قرار است تحت درمان با کورتیکواستروئید قرار گیرند به دلیل بروز و تشدید هایپوکلسیمی مورد توجه قرار گیرد<sup>(۵۳)</sup>.

کورتیکواستروئید ممکن است به دلیل اثرات آن در کاهش کلسیم سرم، در درمان هایپر کلسیمی مورد استفاده قرار گیرد استروئیدها با ایجاد اختلال در جذب کلسیم از روده و اختلال در باز جذب کلیوی آن، موجب کاهش کلسیم سرم در شرایط هایپرکلسیمی می‌شوند و در واقع در وضعیتی با کلسیم نرمال هر چند کورتیکواستروئید می‌تواند منجر به بالانس منفی کلسیم گردد اما بروز هایپوکلسیمی واضح به لحاظ بالینی به ندرت اتفاق می‌افتد بنابراین به نظر می‌رسد برای بروز هایپوکلسیمی ناشی از مصرف کورتیکواستروئید نیازمند وجود شرایط مستعد کننده نظیر کمبود ویتامین D و هایپوپارا تیروئیدیسم می‌باشد<sup>(۱)</sup>.

در مطالعه شوچاک و همکاران در بررسی بیماران SLE دریافت کننده کورتیکواستروئید ارتباط منفی بین دوز تجمعی کورتیکواستروئید و سطح ویتامین D مشاهده شد به خصوص اینکه، غلظت کم ویتامین D با دوز بالای کورتیکواستروئید همراه بود. بر اساس این مطالعه، بیماران با دوز تجمعی کورتیکواستروئید بیش از ۴۲/۸ گرم، میانگین سطح ویتامین D ۳۱٪/۷ کمتر از گروه با دوز تجمعی کورتیکواستروئید کمتر از ۴۲/۸ گرم داشتند. درصد بیماران با کمبود ویتامین D در گروه با دوز بالای کورتیکواستروئید، ۷۲/۵ درصد بود، در حالی که این میزان در گروه با دوز پایین کورتیکواستروئید، ۵۲ درصد بود. نتایج این مطالعه نشان داد یک همبستگی معکوس معنی دار آماری بین دوز تجمعی کورتیکواستروئید ها و سطح ویتامین D در بیماران SLE تحت درمان با کورتیکواستروئید وجود دارد این مطالعه نشان داد که کمبود ویتامین D امری شایع در این بیماران بوده و با افزایش فعالیت بیماری و فاکتورهای التهابی نظیر ESR و CRP و اینترلوکین ۶، شدت آسیب ارگانها، دوز تجمعی کورتیکواستروئید، تغییر در مارکر های تولید و بازجذب استخوانی (مثل کاهش استئوکلسین) و کاهش دانسیته عناصر معدنی استخوان همراهی دارد درحالی که با سن بیمار و دوره بیماری ارتباطی ندارد<sup>(۵۴)</sup>.

### نتیجه گیری

داروهای کورتیکواستروئیدی به عنوان یکی از شایعترین داروهای مورد استفاده، با عوارض جانبی متعددی همراه هستند. سیستم اسکلتی عضلانی یکی از مهمترین ارگان های هدف برای این داروها می باشد مهمترین عوارضی که در مواجهه با کورتیکواستروئید ها در سیستم اسکلتی عضلانی بروز می کند شامل استئوپروز و شکستگی ناشی از آن، نکروز اواسکلر استخوان، اختلال رشد استخوانی در اطفال، هایپوکلسیمی و کمبود ویتامین D است کورتیکواستروئید ها با کاهش تعداد و کاهش

- 12 Laugesen, K., et al., Systemic glucocorticoid use in Denmark: a population-based prevalence study. *BMJ Open*, 2017. 7(5): e015237. doi: 10.1136/bmjopen-2016-015237.
- 13 Tuck, S., et al., Sex steroids and bone turnover markers in men with symptomatic vertebral fractures. *Bone*, 2008. 43(6):999-1005. doi: 10.1016/j.bone.2008.08.123.
- 14 Soen, S. and Y. Tanaka, Glucocorticoid-induced osteoporosis: skeletal manifestations of glucocorticoid use and 2004 Japanese Society for Bone and Mineral Research-proposed guidelines for its management. *Modern Rheumatology*, 2005. 15(3):163-168. doi: 10.1007/s10165-005-0391-0.
- 15 Dalle Carbonare, L., et al., Comparison of trabecular bone microarchitecture and remodeling in glucocorticoid-induced and postmenopausal osteoporosis. *J Bone Miner Res*, 2001. 16(1): 97-103. doi: 10.1359/jbmr.2001.16.1.97.
- 16 van Staa, T.P., et al., Oral corticosteroids and fracture risk: relationship to daily and cumulative doses. *Rheumatology (Oxford)*, 2000. 39(12):1383-1389. doi: 10.1093/rheumatology/39.
- 17 Steinbuch, M., T.E. Youket, and S. Cohen, Oral glucocorticoid use is associated with an increased risk of fracture. *Osteoporos Int*, 2004. 15(4): 323-328. doi: 10.1007/s00198-003-1548-3.
- 18 Van Staa, T.P., et al., Bone density threshold and other predictors of vertebral fracture in patients receiving oral glucocorticoid therapy. *Arthritis Rheum*, 2003. 48(11): 3224-3229. doi: 10.1002/art.11283.
- 19 Walsh, L.J., et al., The impact of oral corticosteroid use on bone mineral density and vertebral fracture. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002. 166(5):691-695. doi: 10.1164/rccm.2110047.
- 20 Van Staa, T.P., et al., Use of oral corticosteroids and risk of fractures. *J Bone Miner Res*, 2000. 15(6): 993-1000. [https://doi.org/10.1002/1099-1557\(200009/10\)9:5%3C359::AID-PDS507%3E3.O.CO;2-E](https://doi.org/10.1002/1099-1557(200009/10)9:5%3C359::AID-PDS507%3E3.O.CO;2-E)
- 21 Yoshioka, T., et al., Steroid receptors in osteoblasts. *Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007)*, 1980. 148: 297-303.
- 22 Jilka, R.L., et al., Increased bone formation by prevention of osteoblast apoptosis with parathyroid hormone. *The Journal of clinical investigation*, 1999. 104(4): p. 439-446. doi: 10.1172/JCI6610.
- 23 Gunal, I. and V. Karatosun, Avascular necrosis of the femoral heads after single corticosteroid injection. *CMAJ*, 2006. 175(1): 31-33. doi: 10.1503/cmaj.051638.
- 24 Wang, G.J., et al., Femoral head blood flow in long-term steroid therapy: study of rabbit model. *South Med J*, 1983. 76(12): 1530-1532. doi: 10.1097/00007611-198312000-00018.
- 25 Drescher, W., et al., Effect of methylprednisolone on reperfusion after femoral head ischemia. *Clin Orthop Relat Res*, 2002(402): 270-277. doi: 10.1097/00003086-200209000-00027.
- 26 Wang, Y., et al., Alcohol-induced adipogenesis in bone and marrow: a possible mechanism for osteonecrosis. *Clin Orthop Relat Res*, 2003(410): 213-224. doi: 10.1097/01.blo.0000063602.67412.83.
- 27 Yin, L., Y.B. Li, and Y.S. Wang, Dexamethasone-induced adipogenesis in primary marrow stromal cell cultures: mechanism of steroid-induced osteonecrosis. *Chin Med J (Engl)*, 2006. 119(7): 581-588.
- 28 Li, X., et al., Steroid effects on osteogenesis through mesenchymal cell gene expression. *Osteoporos Int*, 2005. 16(1): 101-108. doi: 10.1007/s00198-004-1649-7.
- 29 Richards, R.N., Short-term corticosteroids and avascular necrosis: medical and legal realities. *Cutis*, 2007. 80(4): 343-348.
- 30 Jacobs, B., Epidemiology of traumatic and nontraumatic osteonecrosis. *Clin Orthop Relat Res*, 1978(130): 51-67.
- 31 Matsuo, K., et al., Influence of alcohol intake, cigarette smoking, and occupational status on idiopathic osteonecrosis of the femoral head. *Clin Orthop Relat Res*, 1988(234): 115-123.
- 32 Moskal, J.T., R.E. Topping, and L.L. Franklin, Hypercholesterolemia: an association with osteonecrosis of the femoral head. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*, 1997. 26(9): 609-612.
- 33 Matos, M.A., R.W. Alencar, and S.S. Matos, Avascular necrosis of the femoral head in HIV infected patients. *Braz J Infect Dis*, 2007. 11(1): 31-34. doi: 10.1590/s1413-86702007000100009.
- 34 O'Brien, T.J. and G.R. Mack, Multifocal osteonecrosis after short-term high-dose corticosteroid therapy. A case report. *Clin Orthop Relat Res*, 1992(279): 176-179.
- 35 Mont, M.A., et al., Risk factors for osteonecrosis in systemic lupus erythematosus. *J Rheumatol*, 1997. 24(4): 654-662. PMID: 9101497
- 36 Mok, C.C., C.S. Lau, and R.W. Wong, Risk factors for avascular bone necrosis in systemic lupus erythematosus. *Br J Rheumatol*, 1998. 37(8): p. 895-900. doi: 10.1093/rheumatology/37.8.895.
- 37 Freeman, H.J. and K.J. Freeman, Prevalence rates and an evaluation of reported risk factors for osteonecrosis (avascular necrosis) in Crohn's disease. *Can J Gastroenterol*, 2000. 14(2): 138-143. doi: 10.1155/2000/958086.
- 38 Hochberg, Z.e., Mechanisms of steroid impairment of growth. *Hormone Research*, 2002. 58(Suppl. 1): 33-38. doi: 10.1159/000064764.
- 39 Ohlsson, c., et al., Dexamethasone impairs growth hormone (gh)-stimulated growth by suppression of local insulin-like growth factor (igf)-i production and expression of gh-and igf-i-receptor in cultured rat chondrocytes. *Endocrinology*, 1998. 139(7): 3296-3305. doi: 10.1210/endo.139.7.6099.
- 40 d'Angelo, D.M., et al., Growth and puberty in children with juvenile idiopathic arthritis. *Pediatric Rheumatology*, 2021. 19: 1-13. doi: 10.1186/s12969-021-00521-5.
- 41 Veldhuis, J.D., G. Lizarralde, and A. Iranmanesh, Divergent effects of short term glucocorticoid excess on the gonadotropic and somatotrophic axes in normal men. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 1992. 74(1): 96-102. doi: 10.1210/jcem.74.1.1727834.
- 42 Borges, M.S., et al., IGF-I levels rise and GH responses to GHRH decrease during long-term prednisone treatment in man. *Journal of endocrinological investigation*, 1999. 22: 12-17. doi: 10.1007/BF03345472.
- 43 Jux, C., et al., Dexamethasone impairs growth hormone (GH)-stimulated growth by suppression of local insulin-like growth factor (IGF)-I production and expression of GH-and IGF-I-receptor in cultured rat chondrocytes. *Endocrinology*, 1998. 139(7): 3296-3305. doi: 10.1210/endo.139.7.6099.
- 44 Silbermann, M. and G. Maor, Mechanisms of glucocorticoid-induced growth retardation: impairment of cartilage mineralization. *Cells Tissues Organs*, 1978. 101(2): 140-149. doi: 10.1159/000144959.

- 45 Hahn, T.J., et al., Altered mineral metabolism in glucocorticoid-induced osteopenia. Effect of 25-hydroxyvitamin D administration. *The Journal of Clinical Investigation*, 1979. 64(2): 655-665. doi: 10.1172/JCI109506.
- 46 Altman, A., Z. Hochberg, and M. Silbermann, Interactions between growth hormone and dexamethasone in skeletal growth and bone structure of the young mouse. *Calcified tissue international*, 1992. 51: 298-304. doi: 10.1007/BF00334491.
- 47 Skversky, A.L., et al., Association of glucocorticoid use and low 25-hydroxyvitamin D levels: results from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES): 2001–2006. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 2011. 96(12): 3838-3845. doi: 10.1210/jc.2011-1600.
- 48 Toloza, S., et al., Vitamin D insufficiency in a large female SLE cohort. *Lupus*, 2010. 19(1): 13-19. doi: 10.1177/0961203309345775.
- 49 Searing, D.A., et al., Decreased serum vitamin D levels in children with asthma are associated with increased corticosteroid use. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 2010. 125(5): 995-1000. doi: 10.1016/j.jaci.2010.03.008.
- 50 Akeno, N., et al., Regulation of vitamin D-1alpha-hydroxylase and 24-hydroxylase expression by dexamethasone in mouse kidney. *Journal of Endocrinology*, 2000. 164(3):339-348. doi: 10.1677/joe.0.1640339.
- 51 Dhawan, P. and S. Christakos, Novel regulation of 25-hydroxyvitamin D3 24-hydroxylase (24 (OH) ase) transcription by glucocorticoids: Cooperative effects of the glucocorticoid receptor, C/EBPβ, and the Vitamin D receptor in 24 (OH) ase transcription. *Journal of cellular biochemistry*, 2010. 110(6): 1314-1323. doi: 10.1002/jcb.22645.
- 52 Kinoshita, Y., et al., Vitamin D insufficiency underlies unexpected hypocalcemia following high dose glucocorticoid therapy. *Bone*, 2008. 42(1): 226-228. doi: 10.1016/j.bone.2007.09.042.
- 53 Liamis, G., H.J. Milionis, and M. Elisaf, A review of drug-induced hypocalcemia. *Journal of bone and mineral metabolism*, 2009. 27: 635-642. doi: 10.1007/s00774-009-0119-x. PMID: 19730969.
- 54 Shevchuk S, Marynych L, Malovana T, Denyshchych L. Vitamin D level in patients with systemic lupus erythematosus: its relationship to disease course and bone mineral density. *Lupus Sci Med*. 2023 Aug;10(2):e000968. doi: 10.1136/lupus-2023-000968. PMID: 37558268; PMCID: PMC10414063.

## شکستگی استرسی دوطرفه دیستال فمور (گزارش موردی)

### چکیده:

شکستگی‌های استرسی از آسیب‌های نادر هستند که بر اثر فشار مکانیکی مکرر یا استفاده بیش‌ازحد از استخوان ایجاد می‌شوند. هدف ما در این مطالعه گزارش یک مورد شکستگی استرسی دوطرفه دیستال فمور با گسترش داخل - مفصلی در خانمی سالمند با پیشینه طولانی بیماری دژنراتیو مفصل (DJD) و پوکی استخوان بود. در این گزارش، وضعیت زنی سالمند با پیشینه پوکی استخوان و آرتروز بررسی می‌شود که دچار شکستگی استرسی داخل - مفصلی دوطرفه دیستال فمور شده بود. این زن با شکایت از تشدید درد، محدودیت حرکتی و اختلال در تحمل وزن مراجعه کرده بود. پس از یک سال دیگر که مراجعه کرد، تحت عمل جراحی تعویض کامل مفصل زانو (TKA) در هر دو زانو با فاصله سه ماه قرار گرفت. پس از دو سال پیگیری، درد در ناحیه زانوهای او از بین رفته بودند و شکایت خاصی ذکر نشد. شکستگی‌های استرسی حتی با گسترش داخل - مفصلی در سالمندان مبتلا به آرتروز ممکن است علائم خاصی نداشته باشند و گاهی با علائم آرتروز اشتباه گرفته شوند یا پشت آن پنهان بمانند. ارتوپدها باید، در تشخیص‌های افتراقی بیماران سالمند مبتلا به آرتروز و درد مداوم، شکستگی استرسی را در نظر داشته باشند.

**واژگان کلیدی:** شکستگی‌های ناشی از فشار، شکستگی‌های دیستال فمور، تعویض کامل مفصل زانو

پذیرش مقاله: ۵۵ روز قبل از چاپ

دکتر مهران رضوی پور، دکتر سلمان غفاری، دکتر سینا زمانی

### مقدمه

مرکز تحقیقات ارتوپدی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

شکستگی‌های استرسی (Stress fractures) آسیب‌های نادری هستند که بر اثر فشار مکانیکی مکرر یا استفاده بیش‌ازحد از استخوان ایجاد می‌شوند<sup>(۱،۲)</sup>. شکستگی‌های استرسی به دو نوع تقسیم می‌شوند: شکستگی‌های ناشی از نارسایی (Insufficiency fractures) و شکستگی‌های خستگی (Fatigue fractures). بنا بر تعریف، شکستگی‌های ناشی از نارسایی زمانی رخ می‌دهند که استخوان غیرطبیعی تحت فشارهای طبیعی دچار شکستگی شود، درحالی‌که شکستگی‌های ناشی از خستگی در استخوان طبیعی و تحت فشارهای غیرطبیعی - مثلاً در ورزشکاران یا نیروهای نظامی - دیده می‌شوند<sup>(۱،۳،۴)</sup>. این نوع شکستگی‌ها کمتر در ناحیه اطراف زانو از جمله انتهای دیستال استخوان ران، کندیل‌های فمورال، متافیز پروگزیمال فمور و کشکک رخ می‌دهند<sup>(۵)</sup>. در جمعیت سالمند، شکستگی‌های استرسی معمولاً به دلیل پوکی استخوان (osteoporosis)<sup>(۶)</sup> تغییر شکل‌های ناشی از تروما<sup>(۷)</sup>، زانوهای تغییر شکل یافته و دژنراتیو<sup>(۸-۱۳)</sup>، تعویض کامل مفصل زانو (TKA)<sup>(۱۴-۱۷)</sup> آرتروز روماتوئید<sup>(۱۲،۱۳)</sup>، آرتروز<sup>(۸،۹،۱۱)</sup>، بیماری پاژه<sup>(۱۸)</sup> و آرتروپاتی پیروفسفات<sup>(۹)</sup> رخ می‌دهند. تشخیص زودهنگام شکستگی‌های استرسی فمور بسیار سخت است، به طوری که این شکستگی‌ها در ۷۵ درصد از معاینات یا تشخیص داده نمی‌شوند یا اشتباه تشخیص داده می‌شوند<sup>(۲۰)</sup>. از سوی دیگر، درمان این شکستگی‌ها در بیماران مبتلا به آرتروز نیز بسیار دشوار است؛ زیرا فیکساتور داخلی در محل شکستگی به دلیل پوکی استخوان و تغییرات ثانویه ناشی از بیماری زمینه‌ای به سختی انجام می‌شود<sup>(۲۱-۲۳)</sup>. استراحت همراه یا بدون گچ‌گیری معمولاً برای درمان شکستگی‌های استرسی به کار می‌رود<sup>(۱۰،۱۱،۲۴)</sup>، درحالی‌که به ندرت از جراحی استفاده می‌شود<sup>(۱۶،۱۹،۲۴)</sup>. گزینه‌های جراحی شامل فیکساسیون داخلی و سپس تعویض کامل مفصل زانو (TKA) در مرحله دوم، یا تعویض کامل مفصل زانوی تک‌مرحله‌ای با استفاده از اجزای فمورال یا تیبیال با ساقه بلند هستند<sup>(۲۱)</sup>.

در این مقاله قصد داریم گزارشی از یک مورد شکستگی استرسی دوطرفه دیستال فمور با گسترش داخل - مفصلی در زنی سالمند با سابقه طولانی بیماری دژنراتیو مفصل (DJD) و پوکی استخوان را ارائه کنیم.

نویسنده مسئول:  
دکتر سینا زمانی

Email address:  
drszamani635@gmail.com

## گزارش مورد

نشد. معاینه‌ی سایر سیستم اسکلتی - عضلانی نیز طبیعی بود. از این بیمار رادیوگرافی‌های رخ و نیمرخ (Anteroposterior and lateral radiographs) زانوی راست گرفته شد که علائم آرتروز و شکستگی استرسی دیستال فمور راست را نشان داد (شکل ۱- A). به دلیل محدودیت امکانات، برای بیمار بی‌حرکتی زانو و پرهیز از تحمل وزن به مدت سه ماه در نظر گرفته شد تا پس از جوش خوردن شکستگی، برای تعویض کامل مفصل زانو کاندید شود. با این حال، بیمار در زمان تعیین شده مراجعه نکرد و یک سال و نیم پس از اولین مراجعه، دوباره با تشدید درد در هر دو زانو مراجعه کرد که این بار درد زانوی چپ شدیدتر بود. رادیوگرافی‌های دوطرفه زانو نشان دادند که استخوان سمت راست کاملاً جوش خورده است، اما مشاهده شد که در استخوان سمت چپ شکستگی استرسی دیستال فمور وجود دارد (شکل ۱- B).

زنی ۷۱ ساله که دچار چاقی مفرط بود با شکایت از تشدید درد، محدودیت در حرکات و عدم تحمل وزن به مرکز ما مراجعه کرد. درد بیمار از سال‌ها قبل آغاز شده بود و تا یک ماه پیش از مراجعه، تغییر قابل توجهی در شدت آن مشاهده نشده بود. حدود یک ماه پیش، درد شدت یافته بود، به ویژه در زانوی راست، بدون سابقه‌ی تروما یا استفاده بیش از حد از اندام‌ها.

بیمار بیان کرد که سابقه ۱۰ ساله بیماری دژنراتیو مفصل (DJD) و پوکی استخوان دارد، اما هیچ سابقه‌ای از ضربه یا جراحی زانو نداشت. دامنه حرکتی او همراه با درد بود و حرکت زانوی راست به شدت محدود شده بود. هیچ نشانه‌ای از اریتم (erythema)، تورم یا گرمی در زانو‌ها مشاهده



شکل ۱: تصاویر رادیوگرافی ساده رخ و نیمرخ وجود علائم آرتروز (A) شکستگی استرسی دیستال فمور راست و (B) دیستال فمور چپ را حدود یک سال و نیم پس از اولین مراجعه نشان می‌دهند

شکستگی‌های دیستال فمور هستند<sup>(۲۱)</sup>. شکستگی‌های دیستال فمور با درگیری داخل - مفصلی معمولاً آسیب‌های نادر و پیچیده‌ای به شمار می‌روند<sup>(۲۲)</sup>. شکستگی‌های پیچیده معمولاً در جوانان در پی تروماهای پُرانرژی و در بیماران سالمند در پی پوکی استخوان رخ می‌دهند<sup>(۲۳)</sup>. وقتی شکستگی‌های استرسی ایجاد می‌شوند، استئوکلاست‌ها بافت استخوانی آسیب‌دیده را جذب می‌کنند و سپس استئوبلاست‌ها استخوان جدیدی برای تقویت ناحیه آسیب‌دیده تشکیل می‌دهند. اگر فشار مکانیکی پیش از تقویت استخوان ادامه یابد، التهاب، میکروشکستگی‌ها و شکست‌های قشری رخ خواهند داد<sup>(۲۴)</sup>.

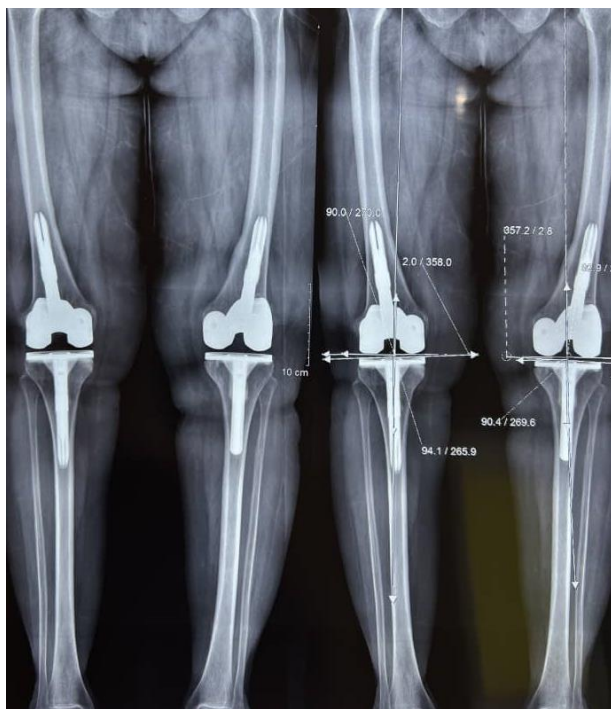
مهم است که علاوه بر سایر تشخیص‌های افتراقی مانند بورسیت، تاندونیت، علل مکانیکی، تومور و غیره - به‌ویژه زمانی که بیماران با درد موضعی که ناگهان آغاز می‌شود و با فعالیت بدنی شدت می‌یابد مراجعه می‌کنند - شکستگی‌های استرسی را مدنظر قرار دهیم<sup>(۲۵)</sup>.

درمان‌های محافظه‌کارانه و جراحی روش‌های توصیه‌شده برای مدیریت این نوع شکستگی‌ها هستند. از بریس‌ها و گچ‌ها برای درمان محافظه‌کارانه استفاده می‌شود. این روش باعث سفتی بیشتر زانو در بیماران مبتلا به آرتروز می‌شود؛ زیرا بی‌حرکتی طولانی‌مدت حتی پس از فیزیوتراپی ادامه دارد<sup>(۹-۱۱، ۲۶)</sup>. شکستگی‌های دیستال فمور که با درگیری داخل - مفصلی همراه هستند، همواره برای جراحان ارتوپدی با دشواری‌هایی همراه بوده‌اند. روش ترجیحی برای درمان و مدیریت این نوع شکستگی معمولاً جراحی است<sup>(۲۳)</sup>.

برنامه تعویض کامل مفصل زانوی راست و بی‌حرکتی زانو همراه با پرهیز از تحمل وزن در سمت چپ به بیمار تجویز شد. پس از جوش خوردن استخوان زانوی چپ، بیمار تحت عمل تعویض کامل مفصل زانوی چپ قرار گرفت (شکل ۲). در هر دو جراحی، حرکت دادن زانو بلافاصله در همان روز عمل آغاز شد و تحمل نسبی وزن از روز بعد عمل شروع شد؛ اما در فاصله بین دو جراحی توصیه شد که بیمار فشار زیادی به زانوی مقابل وارد نکند. پس از دو سال پیگیری، زانوهای بیمار دیگر هیچ دردی نداشتند و بیمار شکایت خاصی بیان کرد. رادیوگرافی‌ها نیز وجود پروتز زانو در محل مناسب را بدون هیچ علامتی از شکستگی نشان دادند (شکل ۳).

## بحث

آسیب‌های استرسی زمانی رخ می‌دهند که نیرویی که مکرراً به استخوان وارد می‌شود کمتر از نیروی لازم برای ایجاد شکستگی باشد<sup>(۲۵)</sup>. ترکیبی از شکستگی‌های استرسی و نارسایی به دلیل وجود استخوان غیرطبیعی (مانند آرتروز) و فشارهای غیرطبیعی (مانند تغییر شکل‌ها) موجب بروز شکستگی‌های استرسی در سالمندان می‌شود<sup>(۲۶)</sup>. شکستگی‌های استرسی فمور تا حدود ۷ درصد از کل این شکستگی‌ها را شامل می‌شوند<sup>(۲۷، ۲۸)</sup>. مطالعات نشان داده‌اند که گردن فمور شایع‌ترین ناحیه‌ای است که در استخوان ران درگیر می‌شود<sup>(۲۹-۳۱)</sup>. همچنین، اشاره شده است که شکستگی‌های استرسی تیبیای پروگزیمال در ناحیه زانو بسیار شایع‌تر از



شکل ۳: رادیوگرافی‌ها پس از عمل پروتز زانو را بدون هیچ علامتی از شکستگی در محل مناسب نشان دادند



شکل ۲: نمای داخل جراحی از شکستگی و درگیری داخل - مفصلی

- reports. 2021;15(1):607. <https://doi.org/10.1186/s13256-021-03198-2>
- 3 Baillie DS, Lamprecht DE. Bilateral femoral neck stress fractures in an adolescent male runner. A case report. *The American journal of sports medicine*. 2001;29(6):811-813. <https://doi.org/10.1177/03635465010290062301>
  - 4 Hootkani A, Moradi A, Vahedi E. Neglected simultaneous bilateral femoral neck fractures secondary to narcotic drug abuse treated by bilateral one-staged hemiarthroplasty: a case report. *Journal of orthopaedic surgery and research*. 2010;5:41. <https://doi.org/10.1186/1749-799X-5-41>
  - 5 Drabicki RR, Greer WJ, DeMeo PJ. Stress fractures around the knee. *Clinics in sports medicine*. 2006;25(1):105-115. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2005.08.002>
  - 6 Devas M. *Stress Fractures New York*. Churchill livingstone. 1975.
  - 7 Thomas M, Schofield CB, Unwin AJ. Tibial plateau fractures followed by stress fractures. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 1991;73(6):1005. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.73B6.1955423>
  - 8 Learmonth ID, Grobler G. Sequential stress fractures of the tibia associated with osteo-arthritis of the knee. A case report. *South African journal of surgery Suid-Afrikaanse tydskrif vir chirurgie*. 1990;28(2):75-77. PMID: 2382170
  - 9 Martin LM, Bourne RB, Rorabeck CH. Stress fractures associated with osteoarthritis of the knee. A report of three cases. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1988;70(5):771-774.
  - 10 Reynolds MT. Stress fractures of the tibia in the elderly associated with knee deformity. *Proceedings of the Royal Society of Medicine*. 1972;65(4):377-380. <https://doi.org/10.1177/003591577206500434>
  - 11 Satku K, Kumar VP, Pho RW. Stress fractures of the tibia in osteoarthritis of the knee. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 1987;69(2):309-311. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.69B2.3818767>
  - 12 Wheeldon FT. Spontaneous fractures of the shin in the presence of knee deformities. *Proceedings of the Royal Society of Medicine*. 1961;54(12):1108. <https://doi.org/10.1177/003591576105401218>
  - 13 Young A, Kinsella P, Boland P. Stress fractures of the lower limb in patients with rheumatoid arthritis. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 1981;63-b(2):239-243. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.63B2.7217149>
  - 14 Hoke D, Jafari SM, Orozco F, Ong A. Tibial shaft stress fractures resulting from placement of navigation tracker pins. *The Journal of arthroplasty*. 2011;26(3): 504.e5-504.e8. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2010.05.009>
  - 15 Manzotti A, Confalonieri N, Pullen C. Intra-operative tibial fracture during computer assisted total knee replacement: a case report. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA*. 2008;16(5):493-496. <https://doi.org/10.1007/s00167-008-0485-2>
  - 16 Rand JA, Coventry MB. Stress fractures after total knee arthroplasty. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1980;62(2):226-233.
  - 17 Seon JK, Song EK, Yoon TR, Seo HY, Cho SG. Tibial plateau stress fracture after unicondylar knee arthroplasty using a navigation system: two case reports. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA*. 2007;15(1):67-70. <https://doi.org/10.1007/s00167-006-0097-7>

استئوتومی بدون یا همراه با تعویض کامل مفصل زانو (TKA) می‌تواند نتایج قابل‌قبولی داشته باشد<sup>(۳۶)</sup>، اما نیاز به دو مرحله جراحی دارد که ممکن است باعث شکست ایمپلنت یا جوش‌نخوردگی شود<sup>(۳۶)</sup>. تعویض کامل مفصل زانو (TKA) تک‌مرحله‌ای همراه با فیکساسیون داخلی شکستگی استرسی تنها یکی از مراحل بیهوشی و جراحی را شامل می‌شود، اگرچه این روش گسترده‌تر است و به برش‌های طولانی‌تر نیاز دارد. این روش ضمن ثبات‌بخشی شکستگی، تغییر شکل و بیومکانیک نامطلوب محل شکستگی را اصلاح می‌کند و آرتروز را نیز در یک مرحله درمان می‌کند و درعین‌حال امکان حرکت زود هنگام را فراهم می‌آورد<sup>(۳۶،۳۷)</sup>. پیش‌آگهی یا برآورد پزشک از روند بعدی شکستگی‌های استرسی، اگر زود تشخیص داده شوند، خوب است، درحالی‌که تشخیص و درمان دیر هنگام می‌تواند به جوش‌نخوردگی و نتایج ضعیف منجر شود. ضعف عضلانی، اختلالات در راه رفتن و درد مزمن از جمله علائم بلندمدت هستند<sup>(۳۵)</sup>. استئوپنی، استفاده از کورتیکواستروئیدها و اختلالات متابولیسم کلسیم باعث کاهش قدرت استخوان و افزایش خطر جوش‌نخوردگی می‌شوند<sup>(۳۶)</sup>.

در مورد مورد نظر ما، با شکستگی‌های استرسی دوطرفه دیستال فمور با گسترش داخل - مفصلی در یک سالمند مبتلا به بیماری دژنراتیو مفصل (DJD) مواجه شدیم. بیمار توانست بلافاصله پس از جراحی زانوی خود را حرکت دهد و جوش‌خوردگی کامل استخوان در رادیوگرافی مشاهده شد. بیمار بدون علائم بود و هیچ شکایتی از زانوهای خود نداشت. تا جایی که ما اطلاع داریم، گزارش‌های محدودی در خصوص شکستگی دیستال فمور با درگیری داخل - مفصلی در ادبیات پزشکی وجود دارد.

## نتیجه‌گیری

در نتیجه، شکستگی‌های استرسی، حتی با درگیری داخل - مفصلی، در سالمندان مبتلا به بیماری‌های زمینه‌ای مانند آرتروز ممکن است علائم خاصی نداشته باشند و بتوانند علائم مانند آرتروز را نشان دهند و پشت آن پنهان شوند. تشخیص اشتباه یا نادیده گرفتن این شکستگی‌ها می‌تواند عواقب شدید داشته باشد؛ بنابراین، جراحان ارتوپدی باید شکستگی‌های استرسی را در تشخیص افتراقی بیماران سالمند مبتلا به بیماری دژنراتیو مفصل (DJD) و درد پایدار مدنظر قرار دهند.

## منابع

- 1 Moerenhout K, Gkagkalis G, Laflamme GY, Rouleau DM, Leduc S, Benoit B. Total Hip Arthroplasty for Bilateral Femoral Neck Stress Fracture: A Case Report and Review of the Literature. *Advances in orthopedics*. 2019;2019:2720736. <https://doi.org/10.1155/2019/2720736>
- 2 Nishino T, Sugaya H, Kikuchi N, Watanabe Y, Mishima H, Yamazaki M. Bilateral stress fracture of the femoral neck in association with simultaneously developing osteonecrosis of the femoral head: a case report. *Journal of medical case*

- 18 Grundy M. Fractures of the femur in Paget's disease of bone. Their etiology and treatment. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 1970;52(2):252-263. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.52B2.252>
- 19 Ross DJ, Dieppe PA, Watt I, Newman JH. Tibial stress fracture in pyrophosphate arthropathy. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 1983;65(4):474-477. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.65B4.6308013>
- 20 Provencher MT, Baldwin AJ, Gorman JD, Gould MT, Shin AY. Atypical tensile-sided femoral neck stress fractures: the value of magnetic resonance imaging. *The American journal of sports medicine*. 2004;32(6):1528-1534. <https://doi.org/10.1177/0363546503262195>
- 21 Bhattacharjee SK, Mehta A. Distal Femur Intraarticular Fracture in a Late Arthritic Knee Treated With Osteosynthesis and Computer Navigation Assisted Primary Total Knee Replacement: A Case Report. *Cureus*. 2022;14(9):e29102. DOI: 10.7759/cureus.29102
- 22 Thomson AB, Driver R, Kregor PJ, Obremskey WT. Long-term functional outcomes after intra-articular distal femur fractures: ORIF versus retrograde intramedullary nailing. *Orthopedics*. 2008;31(8):748-750.
- 23 Vallier HA, Hennessey TA, Sontich JK, Patterson BM. Failure of LCP condylar plate fixation in the distal part of the femur. A report of six cases. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2006;88(4):846-453. DOI: 10.2106/JBJS.E.00543
- 24 Satku K, Kumar VP, Chacha PB. Stress fractures around the knee in elderly patients. A cause of acute pain in the knee. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1990;72(6):918-922.
- 25 Matcuk GR, Jr, Mahanty SR, Skalski MR, Patel DB, White EA, Gottsegen CJ. Stress fractures: pathophysiology, clinical presentation, imaging features, and treatment options. *Emergency radiology*. 2016;23(4):365-375. <https://doi.org/10.1007/s10140-016-1390-5>
- 26 Mittal A, Bhosale PB, Suryawanshi AV, Purohit S. One-stage long-stem total knee arthroplasty for arthritic knees with stress fractures. *Journal of orthopaedic surgery (Hong Kong)*. 2013;21(2):199-203. <https://doi.org/10.1177/230949901302100217>
- 27 Matheson GO, Clement DB, McKenzie DC, Taunton JE, Lloyd-Smith DR, MacIntyre JG. Stress fractures in athletes. A study of 320 cases. *The American journal of sports medicine*. 1987;15(1):46-58. <https://doi.org/10.1177/036354658701500107>
- 28 Monteleone GP, Jr. Stress fractures in the athlete. *The Orthopedic clinics of North America*. 1995;26(3):423-432. [https://doi.org/10.1016/S0030-5898\(20\)32007-1](https://doi.org/10.1016/S0030-5898(20)32007-1)
- 29 DeFranco MJ, Recht M, Schils J, Parker RD. Stress fractures of the femur in athletes. *Clinics in sports medicine*. 2006;25(1):89-103. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2005.08.003>
- 30 Niva MH, Kiuru MJ, Haataja R, Pihlajamäki HK. Fatigue injuries of the femur. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 2005;87(10):1385-1390. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.87B10.16666>
- 31 Waterman BR, Gun B, Bader JO, Orr JD, Belmont PJ, Jr. Epidemiology of Lower Extremity Stress Fractures in the United States Military. *Military medicine*. 2016;181(10):1308-1313. DOI: 10.7205/MILMED-D-15-00571
- 32 Amin TK, Patel I, Patel MJ, Kazi MM, Kachhad K, Modi DR. Evaluation of Results of Open Reduction and Internal Fixation (ORIF) of Fracture of Distal End of Femur with Intra-Articular Extension. *Malaysian orthopaedic journal*. 2021;15(3):78-83. <https://doi.org/10.5704/MOJ.2111.012>
- 33 Bandaru H, Shanthappa AH. Plating for Intra-articular Fractures of the Distal Femur: Functional and Radiological Outcomes. *Cureus*. 2023;15(1):e33207. DOI: 10.7759/cureus.33207
- 34 Behrens SB, Deren ME, Matson A, Fadale PD, Monchik KO. Stress fractures of the pelvis and legs in athletes: a review. *Sports health*. 2013;5(2):165-174. <https://doi.org/10.1177/1941738112467423>
- 35 Kavin M, Chrusch A. Grade 4 Distal Femur Stress Fracture in a Long-Distance Hiker on the Appalachian Trail. *Wilderness & environmental medicine*. 2021;32(1):59-62. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2020.08.005>
- 36 Wolff AM, Hungerford DS, Pepe CL. The effect of extraarticular varus and valgus deformity on total knee arthroplasty. *Clinical orthopaedics and related research*. 1991(271):35-51.
- 37 Sawant MR, Bendall SP, Kavanagh TG, Citron ND. Nonunion of tibial stress fractures in patients with deformed arthritic knees. Treatment using modular total knee arthroplasty. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 1999;81(4):663-666. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.81B4.0810663>

## References

- 1 Moerenhout K, Kgakalis G, Laflamme GY, Rouleau DM, Leduc S, Benoit B. Total Hip Arthroplasty for Bilateral Femoral Neck Stress Fracture: A Case Report and Review of the Literature. *Advances in orthopedics*. 2019;2019:2720736. <https://doi.org/10.1155/2019/2720736>
- 2 Nishino T, Sugaya H, Kikuchi N, Watanabe Y, Mishima H, Yamazaki M. Bilateral stress fracture of the femoral neck in association with simultaneously developing osteonecrosis of the femoral head: a case report. *Journal of medical case reports*. 2021;15(1):607. <https://doi.org/10.1186/s13256-021-03198-2>
- 3 Bailie DS, Lamprecht DE. Bilateral femoral neck stress fractures in an adolescent male runner. A case report. *The American journal of sports medicine*. 2001;29(6):811-813. <https://doi.org/10.1177/03635465010290062301>
- 4 Hootkani A, Moradi A, Vahedi E. Neglected simultaneous bilateral femoral neck fractures secondary to narcotic drug abuse treated by bilateral one-staged hemiarthroplasty: a case report. *Journal of orthopaedic surgery and research*. 2010;5:41. <https://doi.org/10.1186/1749-799X-5-41>
- 5 Drabicki RR, Greer WJ, DeMeo PJ. Stress fractures around the knee. *Clinics in sports medicine*. 2006;25(1):105-115. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2005.08.002>
- 6 Devas M. *Stress Fractures* New York. Churchill livingstone. 1975.
- 7 Thomas M, Schofield CB, Unwin AJ. Tibial plateau fractures followed by stress fractures. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 1991;73(6):1005. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.73B6.1955423>
- 8 Learmonth ID, Grobler G. Sequential stress fractures of the tibia associated with osteo-arthritis of the knee. A case report. *South African journal of surgery Suid-Afrikaanse tydskrif vir chirurgie*. 1990;28(2):75-77. PMID: 2382170
- 9 Martin LM, Bourne RB, Rorabeck CH. Stress fractures associated with osteoarthritis of the knee. A report of three cases. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1988;70(5):771-774.
- 10 Reynolds MT. Stress fractures of the tibia in the elderly associated with knee deformity. *Proceedings of the Royal Society of Medicine*. 1972;65(4):377-380. <https://doi.org/10.1177/003591577206500434>
- 11 Satku K, Kumar VP, Pho RW. Stress fractures of the tibia in osteoarthritis of the knee. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 1987;69(2):309-311. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.69B2.3818767>
- 12 Wheeldon FT. Spontaneous fractures of the shin in the presence of knee deformities. *Proceedings of the Royal Society of Medicine*. 1961;54(12):1108. <https://doi.org/10.1177/003591576105401218>
- 13 Young A, Kinsella P, Boland P. Stress fractures of the lower limb in patients with rheumatoid arthritis. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 1981;63-b(2):239-243. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.63B2.7217149>
- 14 Hoke D, Jafari SM, Orozco F, Ong A. Tibial shaft stress fractures resulting from placement of navigation tracker pins. *The Journal of arthroplasty*. 2011;26(3): 504.e5-504.e8. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2010.05.009>
- 15 Manzotti A, Confalonieri N, Pullen C. Intra-operative tibial fracture during computer assisted total knee replacement: a case report. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA*. 2008;16(5):493-496. <https://doi.org/10.1007/s00167-008-0485-2>
- 16 Rand JA, Coventry MB. Stress fractures after total knee arthroplasty. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1980;62(2):226-233.
- 17 Seon JK, Song EK, Yoon TR, Seo HY, Cho SG. Tibial plateau stress fracture after unicondylar knee arthroplasty using a navigation system: two case reports. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA*. 2007;15(1):67-70. <https://doi.org/10.1007/s00167-006-0097-7>
- 18 Grundy M. Fractures of the femur in Paget's disease of bone. Their etiology and treatment. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 1970;52(2):252-263. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.52B2.252>
- 19 Ross DJ, Dieppe PA, Watt I, Newman JH. Tibial stress fracture in pyrophosphate arthropathy. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 1983;65(4):474-477. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.65B4.6308013>
- 20 Provencher MT, Baldwin AJ, Gorman JD, Gould MT, Shin AY. Atypical tensile-sided femoral neck stress fractures: the value of magnetic resonance imaging. *The American journal of sports medicine*. 2004;32(6):1528-1534. <https://doi.org/10.1177/0363546503262195>
- 21 Bhattacharjee SK, Mehta A. Distal Femur Intraarticular Fracture in a Late Arthritic Knee Treated With Osteosynthesis and Computer Navigation Assisted Primary Total Knee Replacement: A Case Report. *Cureus*. 2022;14(9):e29102. DOI: 10.7759/cureus.29102
- 22 Thomson AB, Driver R, Kregor PJ, Obremsky WT. Long-term functional outcomes after intra-articular distal femur fractures: ORIF versus retrograde intramedullary nailing. *Orthopedics*. 2008;31(8):748-750.
- 23 Vallier HA, Hennessey TA, Sontich JK, Patterson BM. Failure of LCP condylar plate fixation in the distal part of the femur. A report of six cases. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2006;88(4):846-453. DOI: 10.2106/JBJS.E.00543
- 24 Satku K, Kumar VP, Chacha PB. Stress fractures around the knee in elderly patients. A cause of acute pain in the knee. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1990;72(6):918-922.
- 25 Matcuk GR, Jr, Mahanty SR, Skalski MR, Patel DB, White EA, Gottsegen CJ. Stress fractures: pathophysiology, clinical presentation, imaging features, and treatment options. *Emergency radiology*. 2016;23(4):365-375. <https://doi.org/10.1007/s10140-016-1390-5>
- 26 Mittal A, Bhosale PB, Suryawanshi AV, Purohit S. One-stage long-stem total knee arthroplasty for arthritic knees with stress fractures. *Journal of orthopaedic surgery (Hong Kong)*. 2013;21(2):199-203. <https://doi.org/10.1177/230949901302100217>
- 27 Matheson GO, Clement DB, McKenzie DC, Taunton JE, Lloyd-Smith DR, MacIntyre JG. Stress fractures in athletes. A study of 320 cases. *The American journal of sports medicine*. 1987;15(1):46-58. <https://doi.org/10.1177/036354658701500107>
- 28 Monteleone GP, Jr. Stress fractures in the athlete. *The Orthopedic clinics of North America*. 1995;26(3):423-432. [https://doi.org/10.1016/S0030-5898\(20\)32007-1](https://doi.org/10.1016/S0030-5898(20)32007-1)
- 29 DeFranco MJ, Recht M, Schils J, Parker RD. Stress fractures of the femur in athletes. *Clinics in sports medicine*. 2006;25(1):89-103. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2005.08.003>
- 30 Niva MH, Kiuru MJ, Haataja R, Pihlajamäki HK. Fatigue injuries of the femur. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 2005;87(10):1385-1390. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.87B10.16666>
- 31 Waterman BR, Gun B, Bader JO, Orr JD, Belmont PJ, Jr. Epidemiology of Lower Extremity Stress Fractures in the United States Military. *Military medicine*. 2016;181(10):1308-1313. DOI: 10.7205/MILMED-D-15-00571
- 32 Amin TK, Patel I, Patel MJ, Kazi MM, Kachhad K, Modi DR. Evaluation of Results of Open Reduction and Internal Fixation (ORIF) of Fracture of Distal End of Femur with Intra-Articular Extension. *Malaysian orthopaedic journal*. 2021;15(3):78-83. <https://doi.org/10.5704/MOJ.2111.012>
- 33 Bandaru H, Shanthappa AH. Plating for Intra-articular Fractures of the Distal Femur: Functional and Radiological Outcomes. *Cureus*. 2023;15(1):e33207. DOI: 10.7759/cureus.33207
- 34 Behrens SB, Deren ME, Matson A, Fadale PD, Monchik KO. Stress fractures of the pelvis and legs in athletes: a review. *Sports health*. 2013;5(2):165-174. <https://doi.org/10.1177/1941738112467423>
- 35 Kavin M, Chrusch A. Grade 4 Distal Femur Stress Fracture in a Long-Distance Hiker on the Appalachian Trail. *Wilderness & environmental medicine*. 2021;32(1):59-62. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2020.08.005>
- 36 Wolff AM, Hungerford DS, Pepe CL. The effect of extraarticular varus and valgus deformity on total knee arthroplasty. *Clinical orthopaedics and related research*. 1991(271):35-51.
- 37 Sawant MR, Bendall SP, Kavanagh TG, Citron ND. Nonunion of tibial stress fractures in patients with deformed arthritic knees. Treatment using modular total knee arthroplasty. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 1999;81(4):663-666. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.81B4.0810663>

Studies suggest that femoral neck is the most frequent area of the femur bone that affected<sup>(29-31)</sup>. Also they mentioned that in the knee area, proximal tibia stress fractures are much common than distal femur fractures<sup>(21)</sup>. Distal femur fractures with intra-articular involvement are complex and rare injuries<sup>(32)</sup>. Complex fractures usually occur after high-energy traumas in young people and as a result of osteoporosis in elderly patients<sup>(33)</sup>. When stress fractures occur, osteoclasts absorb the damaged bone tissue, and then the osteoblasts form new bone to reinforce the damaged area. If physical stress continues before the bones are reinforced, inflammation, micro-fractures, and cortical breaks occur<sup>(34)</sup>. It is important to suspect stress fractures in addition to other differential diagnoses such as bursitis, tendonitis, mechanical causes, tumor, etc. when patients present with localized pain that begins suddenly and worsens with physical activity<sup>(5,35)</sup>. Conservative and surgical treatments are the recommended methods of managing this type of fractures. Braces and casts are used for conservative treatment. This technique is the cause of more knee stiffness in patients with arthritis due to long-time immobilization even after physiotherapy<sup>(9-11,26)</sup>. Distal femur fractures, which are associated with intra-articular involvement, have always been challenging for orthopedic surgeons. For the treatment and management of this type of fracture, surgery is the preferred method<sup>(33)</sup>. Osteotomy without or with TKA can achieve acceptable results<sup>(36)</sup>, but it requires two surgical steps, which can cause implant failure or non-union<sup>(26)</sup>. One-stage TKA with internal fixation of the stress fracture involves only one stage of anesthesia and surgery,

though this procedure is more extensive and requires longer incisions. This method, while stabilizing the fracture, corrects the deformation and unfavorable biomechanics at the fracture site and treats arthritis in one step, on the other hand, it also provides the possibility of early movement<sup>(26,37)</sup>. The prognosis of stress fractures that are diagnosed early is good, while delayed diagnosis and treatment can cause non-union and poor outcomes. Muscle weakness, gait abnormalities, and chronic pain are some long-term symptoms<sup>(35)</sup>. Osteopenia, using corticosteroids, and disorders of calcium metabolism cause decreasing bone strength and increase the risk of non-union<sup>(26)</sup>. In our case, we faced bilateral distal femur stress fractures with intra-articular extension in an elderly with DJD. She could mobilize her knee just after the surgery, and a complete radiographic bone union was achieved. She was symptom free and did not mention any complaint about her knees. To the best of our knowledge there are limited reports about distal femoral fracture with intra-articular extension in the literature.

## Conclusion

In conclusion, stress fractures even with intra-articular involvement in the elderly with underlying diseases such as osteoarthritis may not have special symptoms and can mimic arthritis symptoms and hide behind them. Misdiagnosed and neglected these fractures have severe consequences. Orthopedics must consider stress fractures in the differential diagnosis of elderly patients with DJD and persistent pain.



Figure 2: Intra-operative view of the fracture and intra-articular involvement.

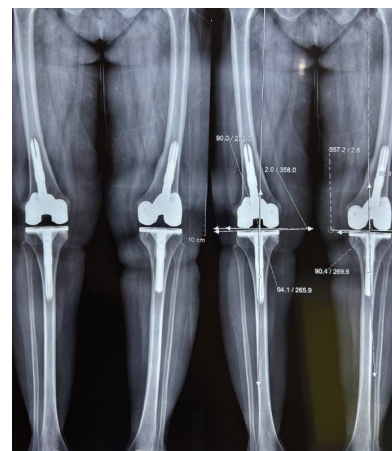


Figure 3: The radiographs showed a well-located knee prosthesis in situ without any sign of fractures post-operatively.

## Case report

A 71-year-old obese woman presented to our center with complaints of intensification of pain, limitation of movements and weight bearing. The patient's pain had onset years ago, and there was no significant change in its severity until one month before the visit. The pain had been aggravated about a month ago with a preference for the right knee without a history of trauma or excessive using the extremities. She mentioned a 10 years history of DJD and osteoporosis but denied any history of trauma or knee surgeries. She had painful range of motion and her knee motion was much limited in the right knee. Any sign of erythema, swelling, or warmth on her knees was not noted. The examination of her remaining musculoskeletal system was normal. Anteroposterior and lateral radiographs of the right knee were requested, which showed signs of osteoarthritis and a stress fracture of the right distal femur (Figure 1A). Due to the limited facilities, we planned on knee immobilization and non-weight bearing for three months so that after bone union she candidate for total knee arthroplasty. The patient did not visit at the appointed time and after a year and a half from the initial visit, she presented again with worsening pain in both knees, this time with preference for left knee pain. Bilateral knee X-rays were demonstrated,

complete bone union on the right side, and a stress fracture of the left distal femur (Figure 1B).

Right total knee arthroplasty and knee immobilization with non-weight bearing for the left side were planned. After the bone union of the left knee, she underwent total knee arthroplasty on the left side (Figure 2). In both surgeries, knee mobilization was started postoperatively on the same day of surgery and partial weight bearing the next day of surgery. But in the interval between the two surgeries, it was recommended not to put too much pressure on the opposite knee. After two years of follow-up, her knees were free of pain, and no specific complaint was mentioned. The radiographs showed a well-located knee prosthesis in situ without any sign of fractures (Figure 3).

## Discussion

Stress injuries occur when the force repeatedly applied to the bone is less than the force required to cause a fracture<sup>(25)</sup>. A combination of stress and insufficiency fractures due to abnormal bone (i.e. osteoarthritis) and abnormal stresses (i.e. deformities) caused stress fractures in elderlies<sup>(26)</sup>. Stress fractures of the femur accounts up to 7% of all these fractures<sup>(27,28)</sup>.

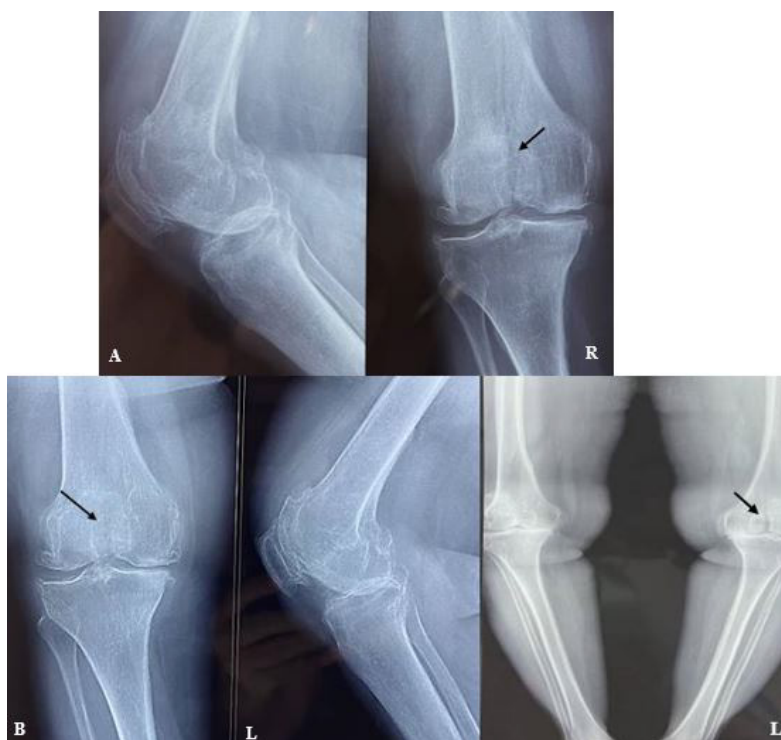


Figure 1: Anteroposterior and lateral plain radiographs revealed signs of osteoarthritis and A) a stress fracture of the right distal femur and B) left distal femur about a year and a half from the initial visit.

## Bilateral Distal Femur Stress Fracture (Case Report)

### Abstract

Stress fractures are rare injuries that occur due to redundant mechanical pressure or overuse of the bone. We aim to report a case of bilateral distal femoral stress fracture with intra-articular extension in an old woman with degenerative joint disease (DJD) and osteoporosis. Here we report a bilateral intra-articular distal femoral stress fractures in an elderly woman with a history of osteoporosis and osteoarthritis with complaints of intensification of pain, limitation of movements and weight bearing. Unfortunately, the patient neglected, and did not visit for more than a year after the initial visit. She underwent total knee arthroplasty for both knees three months apart. After two years of follow-up, her knees were free of pain, and no specific complaint was mentioned. Stress fractures even with intra-articular extension in the elderly with osteoarthritis may mimic arthritis symptoms and hide behind them. Orthopedics must consider stress fractures in the differential diagnosis of elderly patients with osteoarthritis and persistent pain.

**Keywords:** Stress fractures, Distal femur fractures, Total knee arthroplasty.

**Accepted:** 55 days before printing

Mehran Razavipour, MD, Salman Ghaffari, MD, Sina Zamani, MD

Orthopedic Research Center,  
Mazandaran University of Medical  
Sciences, Sari, Iran.

### Introduction

Stress fractures are rare injuries that occur due to redundant mechanical pressure or overuse of the bone<sup>(1,2)</sup>. Stress fractures are classified into insufficiency and fatigue fractures. According to the definition, insufficiency fractures (IF) is defined as abnormal bone fractures under normal stresses, and fatigue fractures are described as normal bone fractures under abnormal pressures as seen in athletes or militaries<sup>(1,3,4)</sup>. These types of fractures occur less often in the areas around the knee, i.e., distal of the femur, femoral condyles, proximal femoral metaphyses, and patella<sup>(5)</sup>. Stress fractures in the elderly population can occur mainly due to osteoporosis<sup>(6)</sup>, deformities after traumas<sup>(7)</sup>, deformed degenerated knees<sup>(8-13)</sup>, total knee arthroplasty (TKA)<sup>(14-17)</sup>, rheumatoid arthritis<sup>(12,13)</sup>, osteoarthritis<sup>(8,9,11)</sup>, Paget's disease<sup>(18)</sup>, and pyrophosphate arthropathy<sup>(19)</sup>. Early diagnosis of femoral stress fractures is so difficult, so, these fractures may misdiagnose or ignore in 75% of the examinations<sup>(20)</sup>. On the other hand, managing these fractures in patients with osteoarthritis is also challenging, because internal fixation of the fracture site is difficult due to the osteoporosis and changes that have occurred secondary to the underlying disease<sup>(21-23)</sup>. Rest with or without casting, is commonly used for treating stress fractures<sup>(10,11,24)</sup>, while, surgeries are rarely used<sup>(16,19,24)</sup>. Internal fixation followed by TKA in second stage, or just one stage TKA with long stem tibial or femoral components are surgical treatment options for these types of fractures<sup>(21)</sup>. Here, we aimed to report a case of a bilateral distal femoral stress fracture with intra-articular extension in an old woman with a long history of degenerative joint disease (DJD) and osteoporosis.

**Corresponding Author:**  
Sina Zamani, MD  
Email address:  
drszamani635@gmail.com

- 76(12): 1530-1532. doi: 10.1097/00007611-198312000-00018.
- 25 Drescher, W., et al., Effect of methylprednisolone on reperfusion after femoral head ischemia. *Clin Orthop Relat Res*, 2002(402): 270-277. doi: 10.1097/00003086-200209000-00027.
- 26 Wang, Y., et al., Alcohol-induced adipogenesis in bone and marrow: a possible mechanism for osteonecrosis. *Clin Orthop Relat Res*, 2003(410): 213-224. doi: 10.1097/01.blo.0000063602.67412.83.
- 27 Yin, L., Y.B. Li, and Y.S. Wang, Dexamethasone-induced adipogenesis in primary marrow stromal cell cultures: mechanism of steroid-induced osteonecrosis. *Chin Med J (Engl)*, 2006. 119(7): 581-588.
- 28 Li, X., et al., Steroid effects on osteogenesis through mesenchymal cell gene expression. *Osteoporos Int*, 2005. 16(1): 101-108. doi: 10.1007/s00198-004-1649-7.
- 29 Richards, R.N., Short-term corticosteroids and avascular necrosis: medical and legal realities. *Cutis*, 2007. 80(4): 343-348.
- 30 Jacobs, B., Epidemiology of traumatic and nontraumatic osteonecrosis. *Clin Orthop Relat Res*, 1978(130): 51-67.
- 31 Matsuo, K., et al., Influence of alcohol intake, cigarette smoking, and occupational status on idiopathic osteonecrosis of the femoral head. *Clin Orthop Relat Res*, 1988(234): 115-123.
- 32 Moskal, J.T., R.E. Topping, and L.L. Franklin, Hypercholesterolemia: an association with osteonecrosis of the femoral head. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*, 1997. 26(9): 609-612.
- 33 Matos, M.A., R.W. Alencar, and S.S. Matos, Avascular necrosis of the femoral head in HIV infected patients. *Braz J Infect Dis*, 2007. 11(1): 31-34. doi: 10.1590/s1413-86702007000100009.
- 34 O'Brien, T.J. and G.R. Mack, Multifocal osteonecrosis after short-term high-dose corticosteroid therapy. A case report. *Clin Orthop Relat Res*, 1992(279): 176-179.
- 35 Mont, M.A., et al., Risk factors for osteonecrosis in systemic lupus erythematosus. *J Rheumatol*, 1997. 24(4): 654-662. PMID: 9101497
- 36 Mok, C.C., C.S. Lau, and R.W. Wong, Risk factors for avascular bone necrosis in systemic lupus erythematosus. *Br J Rheumatol*, 1998. 37(8): p. 895-900. doi: 10.1093/rheumatology/37.8.895.
- 37 Freeman, H.J. and K.J. Freeman, Prevalence rates and an evaluation of reported risk factors for osteonecrosis (avascular necrosis) in Crohn's disease. *Can J Gastroenterol*, 2000. 14(2): 138-143. doi: 10.1155/2000/958086.
- 38 Hochberg, Z.e., Mechanisms of steroid impairment of growth. *Hormone Research*, 2002. 58(Suppl. 1): 33-38. doi: 10.1159/000064764.
- 39 Ohlsson, c., et al., Dexamethasone impairs growth hormone (gh)-stimulated growth by suppression of local insulin-like growth factor (igf)-i production and expression of gh-and igf-i-receptor in cultured rat chondrocytes. *Endocrinology*, 1998. 139(7): 3296-3305. doi: 10.1210/endo.139.7.6099.
- 40 d'Angelo, D.M., et al., Growth and puberty in children with juvenile idiopathic arthritis. *Pediatric Rheumatology*, 2021. 19: 1-13. doi: 10.1186/s12969-021-00521-5.
- 41 Veldhuis, J.D., G. Lizarralde, and A. Iranmanesh, Divergent effects of short term glucocorticoid excess on the gonadotropic and somatotropic axes in normal men. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 1992. 74(1): 96-102. doi: 10.1210/jcem.74.1.1727834.
- 42 Borges, M.S., et al., IGF-I levels rise and GH responses to GHRH decrease during long-term prednisone treatment in man. *Journal of endocrinological investigation*, 1999. 22: 12-17. doi: 10.1007/BF03345472.
- 43 Jux, C., et al., Dexamethasone impairs growth hormone (GH)-stimulated growth by suppression of local insulin-like growth factor (IGF)-I production and expression of GH-and IGF-I-receptor in cultured rat chondrocytes. *Endocrinology*, 1998. 139(7): 3296-3305. doi: 10.1210/endo.139.7.6099.
- 44 Silbermann, M. and G. Maor, Mechanisms of glucocorticoid-induced growth retardation: impairment of cartilage mineralization. *Cells Tissues Organs*, 1978. 101(2): 140-149. doi: 10.1159/000144959.
- 45 Hahn, T.J., et al., Altered mineral metabolism in glucocorticoid-induced osteopenia. Effect of 25-hydroxyvitamin D administration. *The Journal of Clinical Investigation*, 1979. 64(2): 655-665. doi: 10.1172/JCI109506.
- 46 Altman, A., Z. Hochberg, and M. Silbermann, Interactions between growth hormone and dexamethasone in skeletal growth and bone structure of the young mouse. *Calcified tissue international*, 1992. 51: 298-304. doi: 10.1007/BF00334491.
- 47 Skversky, A.L., et al., Association of glucocorticoid use and low 25-hydroxyvitamin D levels: results from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES): 2001-2006. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 2011. 96(12): 3838-3845. doi: 10.1210/jc.2011-1600.
- 48 Toloza, S., et al., Vitamin D insufficiency in a large female SLE cohort. *Lupus*, 2010. 19(1): 13-19. doi: 10.1177/0961203309345775.
- 49 Searing, D.A., et al., Decreased serum vitamin D levels in children with asthma are associated with increased corticosteroid use. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 2010. 125(5): 995-1000. doi: 10.1016/j.jaci.2010.03.008.
- 50 Akeno, N., et al., Regulation of vitamin D-1alpha-hydroxylase and 24-hydroxylase expression by dexamethasone in mouse kidney. *Journal of Endocrinology*, 2000. 164(3):339-348. doi: 10.1677/joe.0.1640339.
- 51 Dhawan, P. and S. Christakos, Novel regulation of 25-hydroxyvitamin D3 24-hydroxylase (24 (OH) ase) transcription by glucocorticoids: Cooperative effects of the glucocorticoid receptor, C/EBPβ, and the Vitamin D receptor in 24 (OH) ase transcription. *Journal of cellular biochemistry*, 2010. 110(6): 1314-1323. doi: 10.1002/jcb.22645.
- 52 Kinoshita, Y., et al., Vitamin D insufficiency underlies unexpected hypocalcemia following high dose glucocorticoid therapy. *Bone*, 2008. 42(1): 226-228. doi: 10.1016/j.bone.2007.09.042.
- 53 Liamis, G., H.J. Milionis, and M. Elisaf, A review of drug-induced hypocalcemia. *Journal of bone and mineral metabolism*, 2009. 27: 635-642. doi: 10.1007/s00774-009-0119-x. PMID: 19730969.
- 54 Shevchuk S, Marynych L, Malovana T, Denyshchych L. Vitamin D level in patients with systemic lupus erythematosus: its relationship to disease course and bone mineral density. *Lupus Sci Med*. 2023 Aug;10(2):e000968. doi: 10.1136/lupus-2023-000968. PMID: 37558268; PMCID: PMC10414063.

musculoskeletal system include osteoporosis and fractures, avascular necrosis, bone growth disturbances in children, hypocalcemia, and vitamin D deficiency. Corticosteroids reduce the number and function of osteoblasts, increase their apoptosis, increase the number of osteoclasts, and decrease their apoptosis, leading to an increase in bone resorption and a reduction in bone formation. They also reduce calcium absorption from the gastrointestinal system, increase renal excretion, and directly affect the growth plate in children. Furthermore, they disrupt the growth hormone and IGF-1 pathway, leading to detrimental effects. Therefore, given the potential adverse effects of corticosteroid therapy, it is crucial to minimize their use and, whenever possible, substitute them with more appropriate alternatives to prevent complications. In cases where corticosteroid treatment is unavoidable, strategies such as limiting the duration of therapy, maintaining intervals of at least three months between treatment courses, and prescribing the lowest effective dose are recommended. These measures can significantly reduce the risk of osteoporosis and fractures. Moreover, supplementation with calcium and vitamin D is advised to further mitigate these adverse skeletal effects.

## References

- Hartmann, K., et al., Molecular actions of glucocorticoids in cartilage and bone during health, disease, and steroid therapy. *Physiological reviews*, 2016. 96(2):409-447. doi: 10.1152/physrev.00011.2015
- Mitra, R., Adverse effects of corticosteroids on bone metabolism: a review. *PM&R*, 2011. 3(5): 466-471. doi: 10.1016/j.pmrj.2011.02.017
- Botwin, K., et al., Fluoroscopically guided caudal epidural steroid injections in degenerative lumbar spine stenosis. *Pain Physician*, 2007. 10(4): 547-548.
- Strehl, C., et al., Defining conditions where long-term glucocorticoid treatment has an acceptably low level of harm to facilitate implementation of existing recommendations: viewpoints from an EULAR task force. *Annals of the rheumatic diseases*, 2016. 75(6): 952-957. doi: 10.1136/annrheumdis-2015-208916
- Van Staa, T., et al., Use of oral corticosteroids and risk of fractures. *Journal of bone and mineral research*, 2000. 15(6): 993-1000. doi: 10.1359/jbmr.2000.15.6.993
- Hardy, R. and M. Cooper, Bone loss in inflammatory disorders. *Journal of Endocrinology*, 2009. 201(3): 309-320. doi: 10.1677/JOE-08-0568
- van Staa, T.P., et al., Use of oral corticosteroids in the United Kingdom. *Qjm*, 2000. 93(2): 105-111. doi: 10.1093/qjmed/93.2.105
- van Staa, T.P., et al., Children and the risk of fractures caused by oral corticosteroids. *J Bone Miner Res*, 2003. 18(5): 913-918. doi: 10.1359/jbmr.2003.18.5.913
- Overman, R.A., J.Y. Yeh, and C.L. Deal, Prevalence of oral glucocorticoid usage in the United States: a general population perspective. *Arthritis Care Res (Hoboken)*, 2013. 65(2):294-298. doi: 10.1002/acr.21796
- Silverman, S., et al., International management of bone health in glucocorticoid-exposed individuals in the observational GLOW study. *Osteoporos Int*, 2015. 26(1):419-420. doi: 10.1007/s00198-014-2883-2
- Fardet, L., I. Petersen, and I. Nazareth, Prevalence of long-term oral glucocorticoid prescriptions in the UK over the past 20 years. *Rheumatology (Oxford)*, 2011. 50(11): p. 1982-1990. doi: 10.1093/rheumatology/ker017
- Laugesen, K., et al., Systemic glucocorticoid use in Denmark: a population-based prevalence study. *BMJ Open*, 2017. 7(5): e015237. doi: 10.1136/bmjopen-2016-015237.
- Tuck, S., et al., Sex steroids and bone turnover markers in men with symptomatic vertebral fractures. *Bone*, 2008. 43(6):999-1005. doi: 10.1016/j.bone.2008.08.123.
- Soen, S. and Y. Tanaka, Glucocorticoid-induced osteoporosis: skeletal manifestations of glucocorticoid use and 2004 Japanese Society for Bone and Mineral Research-proposed guidelines for its management. *Modern Rheumatology*, 2005. 15(3):163-168. doi: 10.1007/s10165-005-0391-0.
- Dalle Carbonare, L., et al., Comparison of trabecular bone microarchitecture and remodeling in glucocorticoid-induced and postmenopausal osteoporosis. *J Bone Miner Res*, 2001. 16(1): 97-103. doi: 10.1359/jbmr.2001.16.1.97.
- van Staa, T.P., et al., Oral corticosteroids and fracture risk: relationship to daily and cumulative doses. *Rheumatology (Oxford)*, 2000. 39(12):1383-1389. doi: 10.1093/rheumatology/39.
- Steinbuch, M., T.E. Youket, and S. Cohen, Oral glucocorticoid use is associated with an increased risk of fracture. *Osteoporos Int*, 2004. 15(4): 323-328. doi: 10.1007/s00198-003-1548-3.
- Van Staa, T.P., et al., Bone density threshold and other predictors of vertebral fracture in patients receiving oral glucocorticoid therapy. *Arthritis Rheum*, 2003. 48(11): 3224-3229. doi: 10.1002/art.11283.
- Walsh, L.J., et al., The impact of oral corticosteroid use on bone mineral density and vertebral fracture. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002. 166(5):691-695. doi: 10.1164/rccm.2110047.
- Van Staa, T.P., et al., Use of oral corticosteroids and risk of fractures. *J Bone Miner Res*, 2000. 15(6): 993-1000. [https://doi.org/10.1002/1099-1557\(200009/10\)9:5%3C359::AID-PDS507%3E3.0.CO;2-E](https://doi.org/10.1002/1099-1557(200009/10)9:5%3C359::AID-PDS507%3E3.0.CO;2-E)
- Yoshioka, T., et al., Steroid receptors in osteoblasts. *Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007)*, 1980. 148: 297-303.
- Jilka, R.L., et al., Increased bone formation by prevention of osteoblast apoptosis with parathyroid hormone. *The Journal of clinical investigation*, 1999. 104(4): p. 439-446. doi: 10.1172/JCI6610.
- Gunal, I. and V. Karatosun, Avascular necrosis of the femoral heads after single corticosteroid injection. *CMAJ*, 2006. 175(1): 31-33. doi: 10.1503/cmaj.051638.
- Wang, G.J., et al., Femoral head blood flow in long-term steroid therapy: study of rabbit model. *South Med J*, 1983.

apparent increase in cortical bone volume) and a reduction in bone mineral content. Additionally, corticosteroids disrupt IGF-1 signaling, thereby exacerbating muscle cell apoptosis<sup>(46)</sup>.

### Vitamin D Deficiency and Calcium Metabolism

Vitamin D deficiency, specifically 25-hydroxyvitamin D (25(OH)D), is commonly observed in populations, and several studies have recognized its role in musculoskeletal diseases, increased fracture risk, cardiovascular diseases, kidney diseases, autoimmune diseases, and infections<sup>(47)</sup>.

Recent studies have demonstrated that corticosteroid use can result in a decrease in vitamin D and its metabolites<sup>(44)</sup>. In a study conducted by Skversky et al between 2001 and 2006, 0.9% of the American adult and pediatric population reported recent corticosteroid use within the past 30 days, with a significant percentage having 25-hydroxyvitamin D levels less than 10 ng/ml, which was noteworthy compared to those not using steroids<sup>(47)</sup>.

Studies by Toloza et al.<sup>(48)</sup>, which included 124 patients with SLE under corticosteroid therapy, and by Searing et al.<sup>(49)</sup>, involving 100 asthma patients treated with corticosteroids, found a significant correlation between corticosteroid therapy and reduced levels of 25-hydroxyvitamin D.

The exact mechanism for this association is not completely understood. Still, it's demonstrated that dexamethasone, a commonly used corticosteroid, increased the expression of the enzyme vitamin D 24-hydroxylase, leading to a reduction of vitamin D metabolites such as 25-hydroxyvitamin D and 1,25-hydroxyvitamin D<sup>(50)</sup>.

It appears that corticosteroids, directly through their receptors and in conjunction with C/EBP and vitamin D receptors, increase the transcription of the enzyme 24-hydroxylase. It also reduce 25(OH)D levels by raising the 24-hydroxylase enzyme activity. Despite the suspicion that underlying diseases, such as those requiring corticosteroid prescriptions, along with malnutrition and reduced sunlight exposure, may be the primary factors contributing to vitamin D deficiency, various studies have adjusted for these factors and identified corticosteroid use as an independent factor in vitamin D reduction<sup>(51)</sup>.

Vitamin D deficiency, when compounded by other effects of corticosteroids, contributes to a reduction in serum ionized calcium levels. In addition, corticosteroid therapy impairs intestinal calcium absorption, enhances renal tubular calcium

excretion, and interferes with its reabsorption within the kidneys<sup>(52)</sup>.

Therefore, serum vitamin D levels should be closely monitored in patients initiating corticosteroid therapy, given the increased risk of developing hypocalcemia<sup>(53)</sup>. Corticosteroids may also be used in the treatment of hypercalcemia due to their effects on reducing serum calcium. By interfering with calcium absorption from the intestines and disrupting renal reabsorption, corticosteroids can decrease serum calcium levels in hypercalcemic conditions. In normal calcium states, although corticosteroids may create a negative calcium balance, clinically evident hypocalcemia rarely occurs. Therefore, it seems that hypocalcemia induced by corticosteroid use may require predisposing conditions, such as vitamin D deficiency and hypoparathyroidism<sup>(1)</sup>.

Shouchak et al. observed a negative correlation between cumulative corticosteroid dose and vitamin D levels in patients suffering SLE under corticosteroid therapy. Specifically, lower vitamin D concentrations were associated with higher corticosteroid doses. Based on this study, patients with cumulative corticosteroid doses over 42.8 grams had an average vitamin D level 31.7% lower than those with a dose under 42.8 grams. Among patients receiving higher doses of corticosteroids, 72.5% had vitamin D deficiency, compared to 52% in the lower-dose group. The results of this study demonstrated a statistically significant inverse association between cumulative corticosteroid dose and serum vitamin D levels in patients with SLE receiving corticosteroid therapy. Furthermore, vitamin D deficiency was found to be highly prevalent in this population and was associated with increased disease activity, elevated inflammatory markers (including Erythrocyte Sedimentation Rate (ESR) and C-Reactive Protein (CRP), and interleukin-6), greater organ damage severity, higher cumulative corticosteroid exposure, alterations in bone turnover markers (such as reduced osteocalcin), and decreased bone mineral density. In contrast, no significant correlation was observed with patient age or disease duration<sup>(54)</sup>.

### Conclusion

Corticosteroid drugs, as one of the most commonly used medications, are associated with numerous side effects. The musculoskeletal system is one of the main target organs for these drugs. The most important adverse effects of corticosteroids on the

factors, and the risk of AVN. Findings indicate that two of the strongest predictors of AVN in this population are the daily dose of oral glucocorticoids and the development of Cushingoid features in response to steroid treatment. In one study, individuals who developed AVN were found to have received significantly higher mean doses of prednisone (60 mg/day) compared with those without AVN (37 mg/day)<sup>(35)</sup>.

In a retrospective analysis of patients with SLE, total cumulative prednisone exposure did not differ significantly between those who developed AVN and controls. However, notable differences were observed in the peak cumulative doses during the first month and the first four months of therapy<sup>(36)</sup>. Interestingly, this early-dose effect on AVN risk was not replicated in a separate study investigating patients with Crohn's disease<sup>(37)</sup>.

### Growth disturbance in Children

Physical growth in children is a reflection of their overall health, and proper physical and skeletal development requires the functioning of several key factors. When these factors operate appropriately, normal physical growth occurs. Corticosteroids, through various mechanisms and by affecting multiple systems in the body, can disrupt the physical and skeletal growth of both children and adults<sup>(38)</sup>.

Corticosteroids affect the gastrointestinal system, impairing calcium absorption, and act on the kidneys to increase excretion, thereby disrupting calcium reabsorption and leading to increased parathyroid hormone levels. They also influence bones, disrupting their function by reducing the amount of osteoblasts and increasing the number of osteoclasts. Additionally, corticosteroids induce apoptosis and atrophy in muscle cells, decrease sex hormones, and consequently reduce skeletal load. Furthermore, corticosteroids interfere with the growth hormone-insulin-like growth factor 1 (GH-IGF-1) axis, have a direct effect on the growth plate, reduce the proliferation of chondrocytes and hypertrophy, and increase chondrocyte apoptosis. These effects reduce the production of the matrix and its mineralization, impair osteogenesis, and ultimately lead to disturbances in the longitudinal growth of bones<sup>(39)</sup>.

### Growth Hormone and IGF-1 Axis

Linear growth of bone in the growth plate and the subsequent process of chondrogenesis and conversion of cartilage to bone (enchondral ossification) occur with the support of growth

hormone (GH) and insulin-like growth factor 1 (IGF-1), both of which are essential stimulators of linear bone growth<sup>(40)</sup>.

Corticosteroids affect this axis at various levels. Short-term use of corticosteroids stimulates the production of GH and IGF-1, while long-term use eventually leads to a decrease in the function and production of growth hormone<sup>(41)</sup>.

Corticosteroids reduce ghrelin receptors in the arcuate nucleus of the brain, leading to reduced GH-releasing hormone (GHRH) in the hypothalamus. Additionally, corticosteroids reduce the reaction of somatotrope cells in the pituitary to GHRH and increase the production and activity of somatostatin in the hypothalamus, a hormone that inhibits growth hormone production. In this way, corticosteroids affect growth hormone levels at multiple points, from the arcuate nucleus to the pituitary, and reduce the sensitivity of target cells to IGF-1, thereby disrupting growth in children<sup>(42)</sup>.

### Direct Effect on Growth Plate

Corticosteroids can disrupt bone growth in children by directly affecting the growth plate in various ways. Corticosteroids reduce the expression of GH receptors and directly decrease IGF-1 production, leading to reduced cell differentiation and increased apoptosis. In the proliferative zone, corticosteroids prevent chondrocyte proliferation by reducing IGF-1 production. In fact, corticosteroids disrupt the expression of growth hormone receptors, the production of IGF-1, and the hormone's binding to its receptor<sup>(43)</sup>.

Corticosteroids also interfere with collagen matrix production and mineralization, as well as increase cell death (apoptosis) and disrupt vascularization<sup>(44)</sup>.

### Direct Effect on Bone and Muscle

Corticosteroids exert profound effects on bone by directly interfering with multiple cellular and structural components. They impair longitudinal bone growth by suppressing growth plate activity and attenuate osteoblast function, resulting in reduced bone formation. Concurrently, they stimulate osteoclast proliferation and activity, thereby enhancing bone resorption<sup>(45)</sup>.

Moreover, corticosteroids diminish IGF-1 production, which subsequently compromises bone matrix and collagen synthesis, as well as mineralization. Indirect mechanisms, including disturbances in calcium homeostasis, further contribute to a decline in trabecular bone volume (accompanied by an

vary depending on factors such as the underlying condition, as well as the patient age and sex distribution of the study groups. Large-scale, population-based research has further confirmed a strong relationship between corticosteroid exposure and elevated incidence of fractures<sup>(20)</sup>. Specifically, elevated risks have been documented for hip fractures (relative risk 1.6), vertebral fractures (relative risk 2.6), and non-spinal fractures (relative risk 1.3). Importantly, even at low doses, corticosteroids pose a measurable hazard: daily doses as low as 2.5 mg have been related to vertebral fractures. This relative enhancement in fracture risk is dose-dependent and varies with the duration of corticosteroid use. Additionally, discontinuation of the drug reduces the relative risk of fractures within the first year, with a more prominent reduction observed within the first three months. Therefore, given the relative decrease in fracture risk in the first three months, it seems necessary to apply a 3-month interval between corticosteroid treatments, especially in patients with an elevated risk of osteoporosis<sup>(21,22)</sup>.

#### **Osteonecrosis Following Corticosteroid Use**

Osteonecrosis, referred to as avascular necrosis (AVN), is a progressive condition recognized by the death of bone and bone marrow due to compromised blood supply. The primary mechanism involves disruption of circulation to the bone surface, which triggers the loss of fat cells and osteocytes, followed by bone marrow edema and structural deterioration. The femoral head, pelvis, knee, and jaw (particularly in the context of bisphosphonate therapy) are the most frequently affected sites. Among the major contributing factors, corticosteroid therapy and excessive alcohol intake remain the leading causes of osteonecrosis<sup>(23)</sup>.

#### **Theories Regarding the Cause of Osteonecrosis**

The mechanisms through which glucocorticoids contribute to the development of AVN are not yet completely understood, though several hypotheses have been proposed. Suggested pathways include glucocorticoid-induced hyperlipidemia leading to fat embolism, impairment of local blood flow, and alterations in bone marrow edema that collectively compromise vascular supply to bone tissue. Evidence from animal studies has supported aspects of these mechanisms<sup>(24,25)</sup>. Furthermore, research indicates that glucocorticoids and alcohol share similar detrimental effects on osteoblast function and

osteogenesis, which may exacerbate osteonecrosis and hinder the repair of damage associated with hyperlipidemia<sup>(26-28)</sup>.

#### **Predisposing Factors in the Progression of Corticosteroid-Induced Osteonecrosis**

A strong link between AVN and lipid abnormalities has been documented in multiple studies. As early as 1978, Jacobs reported that patients with femoral head necrosis frequently presented with hypercholesterolemia (17 cases) or hypertriglyceridemia (7 cases)<sup>(29,30)</sup>. Alcohol intake has since been identified as a major risk factor, with fracture risk increasing proportionally to weekly consumption. Compared with non-drinkers, the relative risk (RR) was 3.3 in those consuming less than 400 mL per week, 9.8 for individuals consuming 400–1000 mL, and 17.9 for those exceeding 1000 mL ( $P > 0.001$ ). Patients with liver dysfunction had an RR of 4.6 ( $P > 0.001$ ), which rose to 11 when combined with alcohol intake above 400 mL weekly ( $P > 0.001$ ). Smoking has also emerged as an independent risk factor, with smokers exhibiting a threefold greater likelihood of developing osteonecrosis compared to non-smokers, regardless of alcohol use<sup>(31)</sup>.

A retrospective review of patients with AVN found that 84% exhibited hypercholesterolemia, with an average cholesterol level of 254 mg/dL ( $P > 0.0031$ )<sup>(32)</sup>. The use of protease inhibitors in highly active antiretroviral therapy (HAART) has also been associated with elevated cholesterol and triglyceride levels, further linking these agents to an increased risk of AVN<sup>(33)</sup>.

Therefore, factors such as hyperlipidemia, alcohol consumption, smoking, and liver dysfunction can be considered predisposing factors for the development of AVN in patients receiving glucocorticoid treatment.

#### **Required Dose for the Development of Osteonecrosis**

The threshold dose and treatment duration of corticosteroids necessary to trigger osteonecrosis remain unclear. However, recent evidence suggests that very high corticosteroid exposure can precipitate AVN, with reports documenting cases after cumulative doses of approximately 5100 mg of methylprednisolone administered over only 2–3 weeks<sup>(34)</sup>.

Research in patients with systemic lupus erythematosus (SLE) has explored the relationship between glucocorticoid therapy, prothrombotic

Osteoporosis caused by corticosteroids remains a considerable and common clinical issue. This condition was initially recognized in patients suffering from Cushing's disease or any condition involving elevated endogenous corticosteroid levels. However, since the introduction of therapeutic corticosteroids more than 60 years ago, corticosteroid-induced osteoporosis is now increasingly seen in individuals undergoing corticosteroid therapy<sup>(4)</sup>. This condition is distinct from postmenopausal or age-related osteoporosis and is thus considered an isolated metabolic bone disease<sup>(5,6)</sup>.

This review provides a comprehensive overview of the bone-related adverse effects related to systemic corticosteroid use. By synthesizing current research and clinical evidence, it aims to clarify the impact of corticosteroids on bone health and to inform strategies for mitigating these complications during treatment.

### Epidemiology of Corticosteroid Use

Corticosteroid use remains widespread and continues to rise across different patients. In the United Kingdom, research has shown that around 1% of individuals are long-term users of oral corticosteroids, with the prevalence climbing to nearly 3% among older adults<sup>(7,8)</sup>. Data from the United States National Health and Nutrition Examination Survey (1999–2008) indicated a comparable rate, with 1.2% of the population on prolonged corticosteroid therapy<sup>(9)</sup>. Findings from the Global Osteoporosis Study revealed that 4.6% of postmenopausal women were using corticosteroids<sup>(10)</sup>. Evidence from UK health databases further suggests that long-term use has been steadily increasing over time<sup>(11)</sup>. Similarly, a Danish population-based investigation found that 3% of residents had filled at least one prescription for systemic corticosteroids, with the prevalence rising to 8–10% in older age groups<sup>(12)</sup>. Collectively, these data highlight that a substantial fraction of the universal population is regularly exposed to corticosteroids, emphasizing the need for ongoing surveillance of their epidemiological trends.

### Pathogenesis

Exposure to corticosteroids, whether endogenous (elevated endogenous glucocorticoids) or exogenous (pharmacologic agents), promotes bone resorption. Endogenous glucocorticoids, regulated through the

hypothalamic–pituitary–adrenal axis, play a pivotal role in bone metabolism<sup>(1)</sup>. Similarly, sex steroids are essential regulators of skeletal homeostasis, as reductions in androgen and estradiol levels are strongly correlated with an enhanced risk of symptomatic fractures of the spine<sup>(13)</sup>.

Corticosteroid exposure results in an imbalance between osteoblast and osteoclast activity. Specifically, corticosteroids enhance resorption of bone by prolonging osteoclast survival, while simultaneously suppressing bone formation through inhibition and apoptosis of osteoblasts and osteocytes. This imbalance leads to net bone loss. In postmenopausal osteoporosis, such corticosteroid-induced acceleration of bone resorption appears to be a central mechanism underlying disease progression<sup>(1)</sup>.

### Osteoporosis and Fractures Following Corticosteroid Use

Corticosteroid-induced osteoporosis (CIO) represents one of the leading forms of secondary, drug-related osteoporosis, with approximately 20% of affected individuals reporting prior corticosteroid exposure<sup>(14)</sup>. Corticosteroid therapy is well known to accelerate bone loss, alter bone structure, and markedly elevate fracture risk<sup>(4)</sup>. The decline in bone mineral density often begins within the first 3–6 months of treatment and persists for as long as therapy continues. Besides the vertebrae, fractures are frequently observed in trabecular-rich bone such as the ribs and pelvis<sup>(15-17)</sup>, indicating a particular vulnerability of these regions compared to cortical bone. Notably, some reports have documented the occurrence of fractures in corticosteroid users even before measurable reductions in bone mineral density, highlighting that bone quality, in addition to bone mass, is adversely affected by elevated corticosteroid levels<sup>(8,17,18)</sup>.

The most important risk factors for developing CIO include older age (65 years), prolonged exposure to the drug for more than 3 months, a definite history of osteoporosis, positive familial history of osteoporosis, low calcium intake, prior fractures, family history of hip fractures, and rheumatoid arthritis, which themselves increase the likelihood of fractures<sup>(2)</sup>.

Multiple investigations have sought to quantify fracture risk in patients undergoing prolonged corticosteroid therapy. In certain populations receiving prolonged corticosteroid therapy, the probability of acquiring osteoporosis or sustaining spinal fractures exceeds fifty percent<sup>(19)</sup>. These risks

## Musculoskeletal Side Effects Associated with Long-Term Corticosteroid Use (Review Article)

### Abstract

Corticosteroids are widely used medications with increasing prevalence in clinical practice. In autoimmune and rheumatological diseases, the use of corticosteroids in both pulsed and long-term manners is very common. Due to the COVID-19 pandemic, their consumption increased. However, long-term use is associated with several adverse effects on the musculoskeletal system, including osteoporosis, an elevated risk of fracture, avascular necrosis, hypocalcemia, hypovitaminosis D, and impaired bone growth in children. Corticosteroid-induced osteoporosis is the most common form of secondary osteoporosis. Several factors, such as age, time of use, family history of osteoporosis, previous fractures, and calcium intake, contribute to its prevalence. Corticosteroids exert their effects by disrupting the balance between the activity of osteoblasts and osteoclasts. These medications also disturb the calcium metabolism by altering intestinal calcium absorption and renal calcium excretion. To minimize these side effects, corticosteroid therapy should be limited whenever possible. Also, supplementing with calcium and vitamin D, incorporating breaks of at least three months between corticosteroid courses, and considering alternative therapies, especially in pediatric patients, can help mitigate the potential risks.

**Keywords:** Corticosteroids, Osteoporosis, Musculoskeletal system, Drug side effects.

**Accepted:** 51 days before printing

Abdolsalam Razzaghi, MD<sup>1,2</sup>, Sina Esmaili, MD<sup>1,2</sup>, Mohammad Ayati Firoozabadi, MD<sup>1,2</sup>,  
Pouya Tabatabaei Irani, MD<sup>1,2</sup>, Hamed Naghizadeh, MD<sup>1,2</sup>, Seyed Mohammad Javad Mortazavi, MD<sup>1,2</sup>

1. Joint reconstruction research center, orthopedic department, Tehran university of medical sciences, Tehran, Iran.
2. Department of Orthopedic Surgery, Imam Khomeini Hospital Complex, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

**Corresponding Author:**  
Seyed Mohammad Javad Mortazavi, MD  
**Email address:**  
smjmort@yahoo.com

### Introduction

Glucocorticoid (GC) hormones are known to be primary mediators in the body's response to stress and the regulation of the circadian rhythm. They also affect overall body homeostasis, influence brain function, modulate immune responses, maintain tissue integrity, and impact the musculoskeletal system<sup>(1)</sup>. Glucocorticoid drugs, also known as corticosteroids or steroids, were first introduced in 1901 for controlling sciatica pain and cancer. The effects of glucocorticoid exposure on bone metabolism were first recognized by Cushing in 1932<sup>(2)</sup>. Then, in 1940, after the identification of corticosteroids as substances with potent immunosuppressive properties, their medical use became common in treating chronic inflammatory diseases such as inflammatory bowel diseases, arthritis, anaphylactic shock, and asthma<sup>(1)</sup>. In 1953, corticosteroids were used neuroaxially for spine-related diseases<sup>(2)</sup>. Since then, corticosteroids have been a common method in the palliative treatment of spine diseases (particularly in patients with radiculopathy and neurogenic claudication caused by herniated discs), musculoskeletal pain disorders, and inflammatory arthropathies<sup>(3)</sup>. Corticosteroids can cause adverse effects on various organs, including the skeletal and muscular systems. These effects include an increased risk of osteoporosis, higher chances of fractures, bone necrosis in different areas of the body, decreased calcium and vitamin D levels, hormonal disturbances, and impaired bone growth in children<sup>(1,2)</sup>.

- 73 Tang Y, Lin Y, Ma W, Wang X. A review on microporous polyvinylidene fluoride membranes fabricated via thermally induced phase separation for MF/UF application. *Journal of Membrane Science*. 2021;639:119759.
- 74 Chua CK, Leong KF, An J. Introduction to rapid prototyping of biomaterials. *Rapid prototyping of biomaterials*: Elsevier; 2020. p. 1-15.
- 75 Pina S, Ribeiro VP, Marques CF, Maia FR, Silva TH, Reis RL, et al. Scaffolding Strategies for Tissue Engineering and Regenerative Medicine Applications. *Materials (Basel)*. 2019;12(11).
- 76 Varma MV, Kandasubramanian B, Ibrahim SM. 3D printed scaffolds for biomedical applications. *Materials Chemistry and Physics*. 2020;255:123642.

- 44 Najafi, Asadi, Zohri, Saber, Abdolmaleki. Fabrication of nanofiber scaffolds using polycaprolactone containing silymarin to study neural cell tissue engineering. *Journal of Ardabil University of Medical Sciences*. 2022;22(1):7-17.
- 45 Geetha S, Rao CR, Vijayan M, Trivedi D. Biosensing and drug delivery by polypyrrole. *Analytica Chimica Acta*. 2006;568(1-2):119-25.
- 46 Kheilnezhad B, Safaei Firoozabady A, Aidun A. An overview of polyaniline in tissue engineering. *Journal of Tissues and Materials*. 2020;3(4):6-22.
- 47 Edwards SL, Werkmeister JA, Ramshaw JA. Carbon nanotubes in scaffolds for tissue engineering. *Expert Review of Medical Devices*. 2009;6(5):499-505.
- 48 Daraieenejad, Shabani, Iman. A review of conductive nanofibrous scaffolds for tissue engineering applications. *Journal of Polymer Science and Technology*. 2019;32(3):189-210.
- 49 Arzanipour, Yasaman, Abdolmaleki, Asadi, Zohri, Saber. Synthesis, identification and evaluation of supportive properties and neuroprotective effects of cerium oxide nanoparticles as a candidate in neural tissue engineering. *Shafai Khatam Journal of Neuroscience*. 2021;9(3):55-63.
- 50 Seyadesaeede, Sahraee, Kalhor N, Sheykhasan M. Application of scaffolds in cartilage tissue engineering. *Razi Journal of Medical Sciences*. 2019;26(8).
- 51 Mashayekhi, Mirzade, Bagherikholanjani, Shadab. The effect of cross-linking and neutralizing agents on the morphology of electrospun chitosan scaffolds. *Journal of Polymer Science and Technology*. 2017;29(6):519-29.
- 52 Ahmadi, Fadavi, Akram, Gahrouiee S, Hasannasab. Evaluation of chitosan scaffold characteristics synthesized by enzymatic method and its efficiency for loading neonatal fibroblast cells. *Researches in cell culture and karyotic tissues*. 2022;2(4).
- 53 Aghampouni I, Azade, Sharifzadebaiee, Koshal H, Khiavi A. Design of porous hybrid scaffold based on PEPC modified with chitosan for application in soft tissue engineering: investigation of structural similarities and biomechanical behavior. *Practical research in chemistry*. 2020;14(1):91-108.
- 54 Gholami, Asadi, Abdolmaleki, Zohri, Saber. Evaluating the efficiency of selenium nanoparticles in the production of decellularized neural scaffolds and the ability to preserve stem cells cultured on them: a laboratory study. *Scientific Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences*. 2021;20(7):733-46.
- 55 Abdolmaleki, Ghayour, Zohri, Saber, Asadi, Rasouli, et al. Preparation of decellularized sciatic nerve scaffold and evaluation of its histological characteristics and mechanical properties for use in peripheral nerve repair. *Journal of Faculty of Medicine, Tehran University of Medical Sciences*. 2019;77(2):115-22.
- 56 Majidigharenza, Movahedin, Mazaheri. Preparation of biocompatible testicular scaffold for use in tissue engineering. *Razi Journal of Medical Sciences*. 2020;27(4):37-48.
- 57 Najafzangir, Asadi, Zohri, Saber. Preparation of biological scaffold derived from sheep bladder and investigation of biocompatibility and mechanical properties of the scaffold. *Cell and tissue*. 2019;10(3):181-92.
- 58 Zare, Sona, Ahmadi, Mohammadnia, Niloofarshzade, Mahmoudi, et al. Synthesis, structure and optical characterization of gelatin hydrogel for skin tissue engineering. *Medical laser scientific-research quarterly*. 2021;17(4):21-9.
- 59 Matlabilatape, Sogol, Sharifzadebaiee, Heidarykoshal. Investigating the role of methyl cellulose in the structure of heat-sensitive hydrogel as an injectable system for use in soft tissue engineering: fabrication and characterization. *Practical research in chemistry*. 2020;14(2):27-46.
- 60 Hasannia, Shahriar, Bahri, Gashtasbi, Dabirmanesh. A review of the applications of fibrin and its derivatives in wound healing and tissue engineering. *Biotechnology*. 2020;11(3):15-22.
- 61 Sethi A, Sher M, Akram MR, Karim S, Khiljee S, Sajjad A, et al. Albumin as a drug delivery and diagnostic tool and its market approved products. *Acta Pol Pharm*. 2013;70(4):597-600.
- 62 Ragheb, Golzar, Saeedifar, Javadpour, Jafar. Nanocomposite based on albumin protein and a review of its applications in medical engineering. *Journal of Ceramic Science and Engineering*. 2021;9(4):76-105.
- 63 Janitermi, Fatahi, Joursaraii, Seyedgholamali. Fabrication of electrospun fibroin scaffold and the effect of its pre-incubation in the culture medium on the survival and adhesion of rat bone marrow mesenchymal cells. *Developmental biology*. 2021;13(2):19-30.
- 64 Sadeghzade, Sarvar, Emadi, Labaf, Sheida. Fabrication and evaluation of mechanical and bioactive properties of hardistone nanostructure scaffold using spacer. *Scientific-research journal of advanced materials in engineering*. 2022;37(1):55-67.
- 65 Ahangar At. Investigating the structural and biological properties of nano hydroxyapatite composite scaffold coated with PLGA containing nano copper oxide doped with silver. *Nanochemistri and electrochemistry*. 2021;1(1):26-36.
- 66 Roshanzade, Sahebghadamlotfi, Arjmand. Differentiation of rat adipose mesenchymal stem cells into hepatocyte-like cells using 3D gelatin/laminin scaffold. *Researches in cell and tissue*. 2021;2(2):8-20.
- 67 Mahmoudi, Haghghi, Mirhaj. Fabrication and evaluation of surface properties and biodegradability of polycaprolactone/keratin nanofibrous scaffold containing carbon nanotubes for use in bone tissue engineering. *Scientific-research quarterly journal of new materials*. 2020;11(39):15-30.
- 68 Ganji, Baradaran, Mhya, Sedighian. Application of electrospun nanofibers in tissue engineering: scaffolds with slow release of growth factors. *Basparesh scientific quarterly*. 2021;11(2):31-41.
- 69 Janfada, Asefnejad, Azade, Khorasani, Dalirijoupari. Evaluation of the effect of voltage and working distance parameters on the morphology of polycaprolactone-KIT-6 scaffold made by electrospinning method. *Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*. 2020.
- 70 Avossa J, Herwig G, Toncelli C, Itef F, Rossi RM. Electrospinning based on benign solvents: current definitions, implications and strategies. *Green Chemistry*. 2022;24(6):2347-75.
- 71 Raeisdasteh Hokmabad V, Davaran S, Ramazani A, Salehi R. Design and fabrication of porous biodegradable scaffolds: a strategy for tissue engineering. *Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition*. 2017;28(16):1797-825.
- 72 Bachs-Herrera A, Yousefzade O, del Valle LJ, Puiggali J. Melt Electrospinning of Polymers: Blends, Nanocomposites, Additives and Applications. *Applied Sciences*. 2021;11(4):1808.

- 16 Vida h, Mahbube M, Marjan M. Fabrication and evaluation of surface properties and biodegradability of polycaprolactone/keratin nanofibrous scaffold containing carbon nanotubes for use in bone tissue engineering.
- 17 Sahnazari, Koupaiee. Fabrication and characterization of tissue engineering network scaffold based on polycaprolactone DL/polyethylene glycol diacrylate/hydroxyapatite. *Scientific-research quarterly journal of new materials*. 2019;10(37):33-46.
- 18 Sharifi, Karimi, Taban, Shiryani, Sadegh, Mirzaiee. Comparative study of the effect of chitosan and chitosan along with hyaluronic acid on wound healing in rats. *Veterinary clinical sciences of Iran*. 2021;15(1):55-68.
- 19 Ghosoori, Setayeshmehr, Tahrikafrani, Dehghani, Valiani. Characterization of polycaprolactone/extracellular matrix nanofiber composite scaffold for use in tissue engineering. *Journal of Isfahan Medical School*. 2019;37(521):296-302.
- 20 Shafiee, Seyedesara, Shavandi, Nikakhtar, Yegane. Investigating the effect of adding nanoclay on the properties of polycaprolactone nanocomposite scaffold containing mesenchymal stem cells derived from adipose tissue for use in soft tissue engineering. *Scientific-research journal of advanced materials in engineering*. 2022;39(4):45-59.
- 21 Baaji, Pezeshkimodares, Mohammad, Rajabi. A review in vascular tissue engineering: advances and challenges. *Razi Journal of Medical Sciences*. 2019;26(5):114-30.
- 22 Tabesh DH, Gholamichahresh S, Rezaiee M, houshman DB. Investigating the physicochemical properties of nanoclinoptilolite scaffold, TCP- $\beta$ , gelatin and its application in periodontal tissue engineering. *Journal of Research in Dental Sciences*. 2020;17(4).
- 23 Jirofti, Mohebikalhori, Davoud, Hajizade, Afra, Samimi. Studying the amount of changes in Young's modulus and fracture resistance in polyurethane-based binary polymer composite structures based on stress-strain loading for use in blood vessel tissue engineering. *Amirkabir Mechanical Engineering Journal*. 2019;52(12):3567-82.
- 24 Nazadi, Keshvari, Yousefzade. Optimization of polyurethane scaffolds with Taguchi test design for vascular tissue engineering applications. *Journal of Polymer Science and Technology*. 2020;33(5):419-33.
- 25 Najme D, Mohsen H, Saeed F, Seyedmohammad M, Habib N. Development of polyurethane nanofibrous scaffold for vaginal tissue engineering. 2021.
- 26 Zargar, Shaghayegh, Asefnejad, Azade, Azami, Mahmoud, et al. Fabrication and characterization of collagen/silk fibroin nanofibrous scaffolds for corneal tissue engineering. *Advanced materials and technologies*. 2022.
- 27 Johari, Madahhoseini, Samadikouchaksaraii. Comparison of bioactive behavior of fibroin/titanium dioxide nanoparticles and fibroin/titanium dioxide nanoparticles containing fluorine ion nanocomposite scaffolds for bone tissue engineering. *Metallurgical and materials engineering*. 2021;32(1):75-84.
- 28 Tavakol, Moslem, Vasheghanifarhani, Ebrahim, Soleymani, Masoud, et al. Preparation of in situ enzymatically formed hydrogel from chemically modified catira for cartilage tissue engineering. *Journal of cellular and molecular research (scientific)*. 2019;32(3):297-310.
- 29 Arastouii, Masoud, Doustmohammadi. Fabrication and characterization of porous titanium scaffold coated with ackermanite. *New processes in materials engineering*. 2017;11(2):87-98.
- 30 Arwana, reza A, Shojaei S. Application of biodegradable aliphatic polyesters in tissue engineering. *Journal of Polymer Science and Technology*. 2021;34(4):319-48.
- 31 Hossein Ged, Ebrahim V, Seyed Mehdi B, Nader M. Investigation of the production of polyhydroxyalkanoates (PHAs) in an activated sludge reactor. 2005.
- 32 Borhan, Esmailzade. Fabrication of nanostructured apatite scaffolds by freeze casting method for bone tissue engineering. *Advanced materials and technologies*. 2021;10(2):21-31.
- 33 Alahgahi, Fatahi, Saeedi, Mortazaviroodmiane, Mirmahmud. Studying the biological, compositional and surface topographic properties of hydroxyapatite/ostrich eggshell granular scaffold for bone tissue engineering. *Animal Biology Quarterly*. 2021;13(3):27-40.
- 34 Sina Y, Hosein N, Hosein K. Fabrication of 3D-printed polycaprolactone/hydroxyapatite scaffolds coated with platelet-rich fibrin for bone tissue engineering. *Iranian Journal of Veterinary Medicine*. 2022;16(4):400-13.
- 35 Angoorajtaghavi, Rabiee, Jahanshahi, Nasiri. The effect of dicalcium phosphate dihydrate bioceramic nanoparticles on electrospun polycaprolactone nanofibers with the aim of bone tissue engineering. *Journal of Ceramic Science and Engineering*. 2018;7(3):63-72.
- 36 Satari, Rafieenia, Mohammad, Khorasani, Salehirazave. Cell behavior study of polycaprolactone/gelatin electrospun scaffold containing hydroxyapatite nanoparticles and vitamin D3. *Journal of Isfahan Medical School*. 2017;35(425):387-92.
- 37 Ehterami, Arian, Saraieean, Payam, Etemadihaghighi, Azamai, et al. Fabrication and investigation of properties of barium titanate scaffold with nano hydroxyapatite coating for bone tissue engineering. *Modares Mechanical Engineering*. 2018;17(12):417-22.
- 38 Dini, Javadpour, Jafar, Ghafari, Rezaiee. Investigating factors affecting the production of raw calcium phosphate parts by 3D printing method. *Journal of Ceramic Science and Engineering*. 2020;9(1):71-7.
- 39 Khavandi, Basaeri, Vahid. Investigating the effect of natural and synthetic hydroxyapatite in 3-component scaffold, HA, carbon nanotube and gelatin. *Iranian Ceramic Quarterly*. 2018;14(3):27-32.
- 40 Tohidlou, Shafiee, Seyedesara, Shiralipour. Fabrication and evaluation of electrospun polycaprolactone/aminated carbon nanotube nanocomposite scaffold containing mesenchymal stem cells for use in hard tissue engineering. *Advanced materials and technologies*. 2020;8(4):19-30.
- 41 Soltani, Mohammad, Yousefpoor, Mardali, Taherian. Fabrication, characterization and biological evaluation of sodium alginate-fluorohydroxyapatite composite scaffold for use in bone tissue engineering. *Composite science and technology*. 2019;6(3):481-90.
- 42 Gharghi M, Gharaviane M, Rafiee M. Investigating the behavior of MG63 cells on electrospun polycaprolactone/carbon quantum dot nanocomposite scaffold containing captopril for bone tissue engineering.
- 43 Bohloli, Tamjid, Mohammadi, Nikkhah. Study of cytotoxicity, hemocompatibility and antibacterial properties of composite scaffolds based on polycaprolactone containing tetracycline hydrochloride for use in bone tissue engineering. *Biotechnology*. 2020;11(1):61-9.

using this method have higher mechanical strength and smaller pores, although their properties are not easily controlled<sup>(71,73)</sup>.

### Melt molding

This technique involves mixing polymer powder and loading it into a mold. Upon heating, the mixture forms a scaffold with controlled characteristics.

### Rapid prototyping (RP)

RP is noted for producing scaffolds with complete cross-linking. Unlike traditional methods, this technique allows precise control of scaffold architecture and pore size. In RP, a 3D computer model is created and digitally sliced into cross-sectional layers, which are then used to fabricate the scaffold layer by layer<sup>(74)</sup>.

### Natural 3D scaffolds

Biomaterials have extensive applications in scaffold design. For example, collagen is effective in creating bioactive scaffolds, providing an ideal environment for the adhesion and proliferation of osteoblast-like cells, which are essential for bone tissue engineering<sup>(75)</sup>.

Suitable scaffolds with effective performance can also be created through the decellularization of natural matrices.

### 3D printed scaffolds

3D printing enables the fabrication of scaffolds with highly tunable properties using computer models. These scaffolds have predetermined structures with specific physical, chemical, and biological features, making them applicable for the repair of various soft and hard tissues<sup>(76)</sup>.

## Conclusion

The repair of damaged tissues is one of the major challenges in medicine, and tissue engineering has emerged as an effective solution. Designing scaffolds with suitable properties, such as biocompatibility and biodegradability, is crucial in this process. Techniques such as electrospinning, phase separation, and 3D printing have contributed to the development of various scaffolds for the repair of tissues like bone and cartilage.

However, further research is needed to evaluate the efficiency of these scaffolds under physiological conditions to identify the best scaffold for each type of tissue.

## References

- 1 Razavi Z-S, Soltani M, Mahmoudvand G, Farokhi S, Karimi-Rouzbahani A, Farasati-Far B, et al. Advancements in tissue engineering for cardiovascular health: a biomedical engineering perspective. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. 2024;12.
- 2 Razavi ZS, Farokhi S, Mahmoudvand G, Karimi-Rouzbahani A, Farasati-Far B, Tahmasebi-Ghorabi S, et al. Stem cells and bio scaffolds for the treatment of cardiovascular diseases: new insights. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*. 2024;12.
- 3 Kiani M, Abbasi M, Ahmadi M, Salehi B. Organ transplantation in Iran; current state and challenges with a view on ethical consideration. *Journal of clinical medicine*. 2018;7(3):45.
- 4 Schulz K-H, Kroencke S. Psychosocial challenges before and after organ transplantation. *Transplant Research and Risk Management*. 2015:45-58.
- 5 Jalali Jahromi A, Mirhosseini M, Molla Hoseini H, Nikukar H. A Review on Commonly Used Scaffolds in Tissue Engineering for Bone Tissue Regeneration. *The Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences*. 2020;28(1):2235-54.
- 6 Liao S, Chan CK, Ramakrishna S. Stem cells and biomimetic materials strategies for tissue engineering. *Materials Science and Engineering: C*. 2008;28(8):1189-202.
- 7 Safari M. Free radicals in biological systems. 1, editor. *Hamedan University of Medical Sciences and Health Services: Hamedan University of Medical Sciences and Health Services Research Deputy*; 2002. 261 p.
- 8 Chen G, Ushida T, Tateishi T. Scaffold design for tissue engineering. *Macromolecular Bioscience*. 2002;2(2):67-77.
- 9 Abd El-Aziz AM, Serag E, Kenawy MY, El-Maghraby A, Kandil SH. Hydrothermally reinforcing hydroxyapatite and bioactive glass on carbon nanofiber scaffold for bone tissue engineering. *Front Bioeng Biotechnol*. 2023;11:1170097.
- 10 Lynch CR, Kondiah PPD, Choonara YE. Advanced Strategies for Tissue Engineering in Regenerative Medicine: A Biofabrication and Biopolymer Perspective. *Molecules*. 2021;26(9).
- 11 Abdollahi F, Saghatchi M, Paryab A, Malek Khachatourian A, Stephens ED, Toprak MS, et al. Angiogenesis in bone tissue engineering via ceramic scaffolds: A review of concepts and recent advancements. *Biomater Adv*. 2024;159:213828.
- 12 Mohammad K, Amini. Anisotropy of mechanical properties of polylactic acid scaffolds produced by melt deposition method for bone tissue engineering. *New processes in materials engineering*. 2021;15(1):67-72.
- 13 Mohammadi r, shaki, kargozar. Fabrication of nanofibrous hybrid scaffolds from polylactic acid-graphene and gelatin for use in bone tissue engineering. *Journal of Polymer Science and Technology*. 2019;31(6):563-74.
- 14 Orafa i, shiva, zamanian, bakshi, nikookar, habib, ghalandari, behafarid. Evaluation of biocompatibility of laponite-coated PLA scaffold on human bone marrow mesenchymal stem cells. *Animal Biology Quarterly*. 2021;13(4):101-17.
- 15 Abutalebi p, abbas tabarahangar. The effect of adding zinc oxide on the antibacterial behavior of hydroxyapatite-poly(lactic-co-glycolic acid) composite scaffold for bone tissue engineering applications. *Biology of microorganisms*. 2018;7(25):33-43.

orthopedics, wound healing, and skin reconstruction<sup>(60)</sup>.

#### **Albumin-Based Scaffolds**

Due to its abundance in the human body and unique structural characteristics, albumin is a biocompatible, biodegradable, and physiologically stable protein<sup>(61)</sup>. These properties contribute to its various applications, such as being combined with other materials to create scaffolds or used as a coating for fabricated scaffolds<sup>(62)</sup>.

#### **Collagen/silk fibroin nanofiber scaffold**

Zargar et al.<sup>(26)</sup> demonstrated that nanofiber scaffolds containing fibroin and collagen can aid in corneal epithelium repair. Additionally, the combination of fibroin with fluorinated titanium nanoparticles has shown suitable bioactivity for bone tissue engineering. Another study indicated that electrospun fibroin, even without additional modifications, has the potential to enhance the proliferation of mesenchymal stem cells<sup>(27-63)</sup>.

#### **Hardystonite**

Calcium/silicate ceramics have a wide range of applications in tissue engineering due to their diverse properties. Hardystonite is one such ceramic. Sadeghzadeh et al.<sup>(64)</sup> were the first to produce bioactive hardystonite powder and scaffolds using mechanical alloying and pore-forming agents.

#### **Katira hydrogel**

In a study, a hydrogel was synthesized using katira gum containing tyramine, horseradish peroxidase enzyme, and hydrogen peroxide. The differentiation of mesenchymal stem cells into chondrocytes was confirmed through various assays<sup>(28)</sup>.

#### **Nano apatite/PLGA composite scaffold**

Tabtar Ahangar<sup>(65)</sup> developed an apatite matrix similar to human trabecular bone by pyrolyzing bovine femur bone and enhancing its properties through the combination with PLGA and copper.

#### **3D Gelatin-Laminin Scaffold**

A study demonstrated the effectiveness of coating a three-dimensional gelatin scaffold with laminin to facilitate the differentiation of mouse adipose-derived mesenchymal stem cells into hepatocyte-like cells<sup>(66)</sup>.

#### **Polycaprolactone/keratin scaffold reinforced with COOH-MWCNT**

In the research of Mirhaj et al.<sup>(67)</sup>, the biocompatibility of polycaprolactone,

polycaprolactone/ keratin, and polycaprolactone/ keratin scaffolds reinforced with carboxyl-functionalized multi-walled carbon nanotubes (COOH-MWCNT) was compared during electrospinning. The findings indicated that COOH-MWCNT provided effective reinforcement for the osteogenic differentiation of mesenchymal stem cells

#### **Porous titanium scaffold covered with ackermanite**

In a study<sup>(29)</sup>, ackermanite coating was prepared using the sol-gel method to enhance the properties of a porous titanium scaffold created with sodium chloride as a porogen. Bioactivity assessments (using simulated body fluid), scanning electron microscopy images, and X-ray diffraction analysis demonstrated the scaffold's suitability for bone tissue engineering.

### **Methods Used for Fabricating Tissue Engineering Scaffolds**

#### **Electrospinning (ES)**

Electrospinning is one of the most efficient methods for fabricating nanostructured scaffolds, and it is widely used compared to other techniques. During ES, a polymer solution is processed into nanofibers (ranging from nanometer to micrometer in diameter) that have a high surface-to-volume ratio and are suitable for cell interactions. By controlling the voltage and solution properties, the characteristics of the resulting fibers can be adjusted. This versatility makes electrospinning highly popular among tissue engineers for nanofiber fabrication<sup>(68,69)</sup>.

Despite its widespread use, ES has challenges, such as the random alignment of polymers affecting pore size. To address these issues, melt electrospinning (MES) is recommended<sup>(70,71)</sup>.

In MES, polymers are melted by passing through a heater, and a jet initiation system is used to shape and collect the fibers<sup>(72)</sup>.

#### **Emulsion freeze drying**

In this method, an emulsion is created by mixing a polymer solution with water. The emulsion is then rapidly cooled and frozen, resulting in a highly porous scaffold with pore sizes ranging from 20 to 200 micrometers and porosity up to 90%<sup>(71)</sup>.

#### **Thermally induced phase separation**

This fabrication technique involves immersing a polymer solution in a temperature lower than the solvent's freezing point, causing the solution to separate into polymer-rich and polymer-poor phases, forming a porous scaffold. The scaffolds produced

### Graphene and graphene oxide

Graphene and its derivatives, such as graphene oxide, have attracted significant attention from researchers because of their electrical, thermal, and optical properties, which are very similar to those of carbon nanotubes. These materials are used in the design of conductive and smart scaffolds in tissue engineering<sup>(48)</sup>.

### Scaffolds based on neuroprotection of cerium oxide nanoparticles

In nerve tissue engineering, scaffolds made from allogenic tissues are favored due to their similarity to the natural environment and reduced immunogenicity.

One major challenge in nerve injury repair is the generation of free radicals, which can be managed using cerium oxide nanoparticles as antioxidants. These nanoparticles help neutralize reactive oxygen species due to their activity similar to that of superoxide dismutase and catalase<sup>(49)</sup>.

### Nanoclinoptilolite scaffold, gelatin and $\beta$ -TCP

Composites made from biomaterials like gelatin and beta-tricalcium phosphate ( $\beta$ -TCP) are widely used in jaw tissue engineering. However, these composites have low strength, which significantly limits their extensive application<sup>(22)</sup>.

### Natural scaffolds

Natural biomaterial scaffolds are used in tissue engineering applications, such as cartilage, due to their favorable properties. These materials include chitosan, collagen/gelatin, alginate, fibrin, elastin, heparin, chondroitin sulfate, and hyaluronic acid. Despite their superior biological properties compared to synthetic types, they have limitations such as the risk of contamination, immunogenicity, limited production, and low mechanical strength. To address these challenges, synthetic scaffolds like polyglycolic acid (PGA), polyethylene oxide (PEO), polylactic acid (PLA), and polyethylene glycol (PEG) have gained attention<sup>(50-52)</sup>.

### Nanostructured scaffolds

Nanotechnology is a valuable tool for creating scaffolds that mimic the extracellular matrix in tissue engineering. Natural tissues, organs, and cells directly interact with nanostructured matrices. Nanofibers, including nanotubes, electrospun nanofibers, and nanoparticles, provide a promising nano-scale platform for applications in tissue engineering, such as cartilage<sup>(50)</sup>.

### Polyurethane based scaffolds

Polyurethane scaffolds are of great interest in tissue engineering, particularly for vascular and vaginal tissue regeneration<sup>(21,23,25)</sup>. These scaffolds are prepared using nanotechnology techniques like electrospinning, and the nanometric fiber diameter allows for a strong resemblance to the natural matrix. Additionally, combining these scaffolds with polymers such as polycaprolactone and polyethylene terephthalate helps replicate the structure of vascular matrices<sup>(23,24)</sup>.

### Porous hybrid scaffolds based on PEPC

The research by Aghmioni and colleagues<sup>(52,53)</sup> indicates that the combination of polymers used in scaffold preparation plays a crucial role in providing the necessary microenvironment and substrate for tissue engineering. The study showed that PCP and PEPC scaffolds exhibited different biomechanical and biochemical behaviors, with the hybrid PCP scaffold being more suitable for soft tissue engineering.

### Decellularized Scaffolds from Natural Matrices

One of the novel methods involves decellularizing natural scaffolds. In this approach, researchers use physical, chemical, or enzymatic methods to remove cells from the tissue without damaging the extracellular matrix (ECM), resulting in suitable scaffolds. For instance, in recent years, numerous scaffolds have been prepared through decellularization of tissues such as mouse testis, sciatic nerve, sheep bladder, and bovine trabecular bone tissue<sup>(54,57)</sup>.

### Hydrogels

Hydrogels are three-dimensional polymeric networks that are insoluble in water, cross-linked through chemical or physical methods. A key feature of hydrogels is their high capacity to absorb water or biological fluids<sup>(58)</sup>. Structurally, hydrogels simulate the matrix differently compared to traditional three-dimensional scaffolds. They are derived from natural or synthetic polar monomers. Today, synthetic hydrogels have replaced natural ones due to their improved properties<sup>(59)</sup>.

### Fibrin scaffolds

Fibrin's significant properties, such as biocompatibility, physiological structure, ability to promote cell infiltration, and tissue regeneration through its degradation derivatives, have led to its widespread application in regenerative medicine,

### Nanostructured Apatite Scaffolds

Apatitic scaffolds, due to their high structural similarity to bone tissue, structural stability, mechanical strength, and biocompatibility, are influential factors in bone tissue engineering<sup>(31)</sup>. Additionally, combining these scaffolds with materials such as ostrich eggshell, polycaprolactone, platelet-rich fibrin, carboxymethyl chitosan, and barium titanate improves the properties of the mentioned scaffolds<sup>(32-37)</sup>. However, some studies indicate a greater impact of natural apatitic scaffolds derived from bone tissue compared to synthetic scaffolds<sup>(38)</sup>.

### Composite Scaffolds

Various composites with diverse compositions are used in tissue engineering for the repair of tissues such as bone. These scaffolds are constructed by combining biocompatible and bioactive materials like polycaprolactone, apatite, and gelatin to provide suitable mechanical properties while also enhancing biological characteristics. Additionally, the incorporation of antibiotics such as tetracycline can prevent infections<sup>(39-43)</sup>.

### Conductive Nanofibrous Scaffolds

Conductive scaffolds are used in the engineering of electroactive tissues such as heart, nerve, and bone. These scaffolds can be created by combining conductive organic materials with nanostructures. The nanostructures employed include a wide range of materials such as graphene, carbon nanotubes, and metal nanoparticles like gold.

### Nano-structured apatite scaffolds

Apatite scaffolds are significant in bone tissue engineering due to their high structural similarity to bone tissue, structural stability, mechanical strength, and biocompatibility<sup>(32)</sup>. The combination of these scaffolds with materials such as ostrich eggshell, polycaprolactone, platelet-rich fibrin, carboxymethyl chitosan, and barium titanate enhances their properties<sup>(33-38)</sup>. However, some studies indicate that natural apatite scaffolds derived from bone tissue have a greater impact compared to synthetic scaffolds<sup>(39)</sup>.

### Composite scaffolding

Various composites with diverse compositions are used in tissue engineering for the repair of tissues such as bone. These scaffolds are constructed by combining biocompatible and bioactive materials like polycaprolactone, apatite, and gelatin to provide

suitable mechanical properties while also enhancing biological characteristics. Additionally, the incorporation of antibiotics such as tetracycline can prevent infections<sup>(40-44)</sup>.

### Conductive nanofibrous scaffolds

Conductive scaffolds are used in the engineering of electroactive tissues such as heart, nerve, and bone. These scaffolds can be created by combining conductive organic materials with nanostructures. The nanostructures employed include a wide range of materials such as graphene, carbon nanotubes, and metal nanoparticles like gold.

### Intrinsically conductive polymers

These polymers have found diverse applications in medicine due to their electrical conductivity, particularly in fields such as biosensors and implantable electronic devices. However, one major challenge in tissue engineering is the inherent non-degradability of these materials, which can be modified through combination with other substances.

### Polypyrrole

Polypyrrole is one of the most well-known synthetic conductive polymers. This amorphous and opaque polymer is derived from water-soluble monomers. Due to features like ease of synthesis, modifiability, and stability, it is used in various applications, including biosensors and drug delivery<sup>(45)</sup>.

### Polyaniline

Polyaniline is a polymer produced by the redox polymerization of aniline under acidic conditions. It exhibits electrical conductivity and various colors in different oxidation states, making it of interest for use in tissue engineering for skin, nerve, and bone<sup>(46)</sup>.

### Polyethylene dioxythiophene (PEDOT)

This polymer is one of the most successful derivatives of thiophene, known for its high conductivity, thermal stability, and superior electrochemical properties. It has wide applications in electronic devices, bio-transistors, and bio-scaffolds for electrical stimulation.

### Intrinsically conductive polymers

#### Carbon nanotubes

Due to their high electrical conductivity and stability, carbon nanotubes have found extensive applications in tissue engineering and nanotechnology. These nanomaterials can be used as substitutes or complements to intrinsically conductive polymers<sup>(47)</sup>.

## Newly Developed Scaffolds for Tissue Engineering Applications

In recent years, various scaffolds have been employed for engineering different tissues. Table 1 provides a summary of these scaffolds and the tissues they are designed to repair.

### Biodegradable aliphatic polyesters

Biodegradable and biocompatible aliphatic polyesters with tunable physical, chemical, and biological properties are among the best scaffolds used in tissue engineering<sup>(30)</sup>.

#### Poly(lactic acid) (PLA)

This polyester is based on hydroxyalkanoic acids and derived from lactic acid monomers. Since it is obtained through sugar fermentation, it is considered environmentally friendly. Various methods are available for synthesizing this polymer, with the most important ones being ring-opening polymerization of cyclic dilactide monomers with a metal catalyst, melt deposition, and electrospinning.

Despite its favorable properties, PLA has some drawbacks, such as slow degradation, high crystallinity, and hydrophobicity, which can be addressed by combining it with other compounds like gelatin, graphene, and laponite<sup>(12-14,30)</sup>

#### Polyglycolic acid and poly(lactic-co-glycolic acid)

Polyglycolic acid (PLGA), being synthetic, has controllable properties and is capable of molding and tissue adaptability. Synthesis methods for this

polymer include condensation and ring-opening polymerization, with copolymerization being the most common method for modifying its structure and function<sup>(30)</sup>. For example, Abutalebi and colleagues enhanced the antibacterial properties of these scaffolds by adding zinc oxide for use in bone tissue engineering<sup>(15)</sup>.

#### Polycaprolactone

Polycaprolactone (PCL) is a biocompatible polymer obtained through ring-opening polymerization of caprolactone.

Adding other compounds to it can enhance properties like cell viability, strength, and elasticity<sup>(30)</sup>. For instance, combining this scaffold with keratin and carbon nanotubes increases porosity, adhesion, and cell viability<sup>(16)</sup>. Additionally, crosslinking this polymer with polyethylene glycol and combining it with apatite creates a scaffold with suitable strength and mechanical properties for bone tissue engineering<sup>(17)</sup>.

#### Polyhydroxyalkanoates

These polymers are produced and stored by many microorganisms as energy and carbon granules<sup>(30)</sup>. For example, according to existing research, they can even be derived using activated sludge from urban wastewater treatment cultivated in reactors (with a cell retention time of 5 days and a hydraulic retention time of 10 hours). However, the internal conditions of the reactor, such as pH, feed composition, and gas ventilation, significantly impact the quality and quantity of the resulting polymer<sup>(31)</sup>.

**Table 1: Application of scaffolds from each material in the repair of various tissues.**

Material	Tissue
Poly lactic acid <sup>(12)</sup>	Bone
Poly lactic acid/gelatin/graphene <sup>(13)</sup>	Bone
Poly lactic acid/ Laponite <sup>(14)</sup>	Bone
Poly lactic co glycolic acid <sup>(15)</sup>	Bone
Polycaprolactone/ Creatine /Carbon nano tube <sup>(16)</sup>	Bone
Poly ethylene glycol/Poly caprolactone/Apatite <sup>(17)</sup>	Bone
Apatite	Bone
Chitosan /Hyaluronic acid <sup>(18)</sup>	Wound
Poly caprolactone <sup>(19-21)</sup>	Vein/ Cartilage/ Nerve/ Adipose
Nano colinopetilolite/Gelatine/ β-TCP <sup>(22)</sup>	Jaw
Polyurethane/ Polyethylene tereftalat /Poly caprolactone <sup>(23)</sup>	Vein
Poly urethane <sup>(24,25)</sup>	Vein/Vagina
Collagen/Fibroine <sup>(26)</sup>	Cornea
Fibroin/ Titanium/ Flour <sup>(27)</sup>	.Bone
Katira <sup>(28)</sup>	Cartilage
Titanium/ Akremanit <sup>(29)</sup>	Bone

## Scaffolds Applied in Tissue Engineering: A Review on Previous Gains and Challenges (Review Article)

### Abstract

Tissue engineering is a modern and interdisciplinary science that examines the methods used in the structural and functional restoration of damaged tissues. One of the most important steps in tissue engineering is to prepare a suitable scaffold with characteristics compatible with the target tissue. In recent years, many scaffolds have been prepared, to repair different tissues. The present study examines recent research in the preparation of scaffolds in various tissue engineering. Many scaffolds including composites, nanofibers, hydrogels, synthetic or semi-synthetic polymers and ceramics have been prepared and used. Some scaffolds are also obtained during decellularization of natural tissues. Various methods, like electrospinning or 3D printing, have been used to prepare synthetic scaffolds. However, there is a need for more in-vivo studies to ensure the proper functioning of these scaffolds in in-body conditions.

**Keywords:** Tissue engineering, Regenerative medicine, Tissue scaffolds, Composite tissue allograft.

**Accepted:** 33 days before printing

Mohammadhossein Shams<sup>1</sup>, Azin Atabakhsh<sup>1</sup>, Mohammadreza Safari<sup>2</sup>

1. Student Research Committee, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.  
2. Department of Medical laboratory, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.

### Introduction

Tissue engineering is a multidisciplinary field that involves the development of biomaterials and techniques to create functional biological tissues to replace or repair damaged organs in the human body. The importance of tissue engineering lies in its potential to revolutionize regenerative medicine by providing alternatives to organ transplantation, promoting tissue repair and regeneration, and advancing drug testing and development<sup>(1)</sup>.

Scaffold types in tissue engineering can be categorized into natural scaffolds (derived from biological sources like collagen or fibrin) and synthetic scaffolds (artificially created materials like polymeric nanofibers or hydrogels). These structures provide support for cell growth and tissue regeneration in biomedical applications<sup>(2)</sup>.

However, this approach faces challenges such as providing suitable scaffolds. The scaffolds must not only mimic the structural, mechanical, and chemical properties of the tissue's natural extracellular matrix (ECM) but also possess adequate strength, biodegradability, biocompatibility, and the ability to deliver signals necessary for stem cell differentiation<sup>(3-8)</sup>. In fact, the properties of the scaffold used play a crucial role in the success or failure of tissue repair in tissue engineering<sup>(9)</sup>, a topic that has attracted considerable attention from researchers in recent years. Recently, due to technological advancements, a variety of scaffolds have been developed through different methods for use in tissue engineering<sup>(10,11)</sup>. Although these developments have faced multiple challenges, they have also achieved significant successes. However, further studies are needed to address existing issues in previous research and achieve the most effective scaffolds. This study aims to review current research to highlight recent advancements in the design of tissue engineering scaffolds.

**Corresponding Author:**  
Mohammadreza Safari  
Email address:  
safari2000@yahoo.com

- 8 Mullaji A, Shetty GJTb, journal j. Correcting deformity in total knee arthroplasty: techniques to avoid the release of collateral ligaments in severely deformed knees. 2016;98(1\_Supple\_A):101-104. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.98b1.36207>
- 9 Sajjadi MM, Okhovatpour MA, Safaei Y, Faramarzi B, Zandi RJTJoKS. Is Standing Coronal Long-Leg Alignment View Effective in Predicting the Extent of Medial Soft Tissue Release in Varus Deformity during Total Knee Arthroplasty? 2021;35(11): 1192-1198. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1721787>
- 10 Hunt NC, Ghosh KM, Athwal KK, Longstaff LM, Amis AA, Deehan DJKS, Sports Traumatology, Arthroscopy. Lack of evidence to support present medial release methods in total knee arthroplasty. 2014;22(12):3100-3112. <https://doi.org/10.1007/s00167-014-3148-5>
- 11 Moon YW, Kim JG, Woo KJ, Lim SJ, Seo JG. Analysis of medial flexion gap after medial release for varus deformity by navigation-guided TKA. Orthopedics. 2011;34(5):e37-e42. <https://doi.org/10.3928/01477447-20110317-10>
- 12 Martin JR, Jennings JM, Levy DL, Watters TS, Miner TM, Dennis DA. What preoperative radiographic parameters are associated with increased medial release in total knee arthroplasty? The Journal of arthroplasty. 2017;32(3):771-776. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2016.08.018>
- 13 Thimmegowda RB, Purushotham V, Patel SJIJoO. Sequential soft tissue release and unconstrained TKA implants in severe varus deformity-Prospective study in 75 knees. 2017;3(3):15-20. <https://doi.org/10.22271/ortho.2017.v3.i3a.04>
- 14 Aunan E, Röhrh SMJAo. No detrimental effect of ligament balancing on functional outcome after total knee arthroplasty: a prospective cohort study on 129 mechanically aligned knees with 3 years' follow-up. 2018;89(5):548-554. <https://doi.org/10.1080/17453674.2018.1485283>

were associated with a higher stage of medial release. Similar studies have reported similar results, although the order of release of medial elements has not been the same in different studies.

Verdonk et al., as in our study, showed that the amount of varus angle before surgery, was significantly correlated with the medial release<sup>(2)</sup>. In the study of Sajjadi et al., Medial release had a statistically significant association with increasing knee varus and JLCA and decreasing MPTA as well<sup>(9)</sup>.

Martin et al. Reported similar results and showed that the tibiofemoral varus deformity angle, tibial articular surface angle, the medial tibial articular surface angle, the size of lateral joint space and tibial offset were higher in the osteotomy reduction group. Among these cases, the angle of the medial proximal tibia (MPTA) and the lateral joint space significantly predict the need for reduction osteotomy. In the present study it was found that the total amount of varus correction is a significant predictor of the need for third stage release which is consistent with the results of the study of Sajjadi et al in which femorotibial varus angle and MPTA were mentioned as the predictor factors of the need for medial release<sup>(9)</sup>.

In the Verdonak study, in the group with deep MCL release of varus 6 degrees, in the group with crustal foot MCL, the surface of varus was 8 degrees, and in the group with MCL release, the surface of tibia varus was 10.5 degrees. In the current study, these values were 9 ° for the MCL release group, 12 ° in the posterior capsule release group, and 16 ° in the superficial MCL needling group.

In our study, the amount of varus correction ( $\Delta$ MFT) to determine severe medial release (stage 3) for values equal and greater than 11.5 degrees had a sensitivity of 78% and a specificity of 64%. The lateral distal femoral angle LDFA had a sensitivity of 74% and a specificity of 60% for values above 90 °. This value was 70% and 60% for mFTA for values greater than 12.5, respectively. Valgus cut VCA for values above 6.5 degrees had 50% sensitivity and 88% specificity in defining the higher stage of medial release. In the study of Sajjadi et al., Varus more than 19 degrees, more than 6 degrees, and less than 81 degrees MPTA required 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> stage release<sup>(9)</sup>.

Non-considering the duration of genu varum deformity, stress view radiography, checking the BMI of patients, complications of TKA and patient performance, are the limitations of the present study.

We recommend the multicenter studies with higher sample size.

## Conclusion

In our study, all patients underwent TKA with PS prosthesis. The lower MPTA and higher LDFA, mFTA, VCA, and the degree of correction of mFTA were associated with a higher degree of medial release. The amount of correction of varus deformity predicts more need for medial release and so the contrasted prostheses may be needed.

## Ethical Approval

Code: IR.MAZUMS.IMAMHOSPITAL.REC.1399.079. by the Research Ethics Committee of Imam Khomeini Hospital

## Funding / Support Sources

Financial support by Mazandaran University of Medical Sciences (grant number:8105).

## References

- 1 Pabinger C, Lothaller H, Geissler A. Utilization rates of knee-arthroplasty in OECD countries. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2015;23(10):1664-1673. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2015.05.008>
- 2 Verdonk PC, Pernin J, Pinaroli A, Selmi TAS, Neyret P. Soft tissue balancing in varus total knee arthroplasty: an algorithmic approach. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2009;17(6):660-666. <https://doi.org/10.1007/s00167-009-0755-7>
- 3 Ahn JH, Lee SH, Yang TY. Varus-valgus stress radiograph as a predictor for extensive medial release in total knee arthroplasty. *International orthopedics*. 2016;40(8):1639-1646. <https://doi.org/10.1007/s00264-015-3018-x>
- 4 Kim MW, Koh IJ, Kim JH, Jung JJ, In Y. Efficacy and safety of a novel three-step medial release technique in varus total knee arthroplasty. *The Journal of arthroplasty*. 2015;30(9):1542-1547. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2015.03.037>
- 5 D'Lima DD, Patil S, Steklov N, Colwell Jr CW. An ABJS Best Paper: Dynamic intraoperative ligament balancing for total knee arthroplasty. *Clinical Orthopedics and related research*. 2007;463:208-122. <https://doi.org/10.1097/blo.0b013e318150dc2c>
- 6 Mullaji A, Marawar S, Sharma A. Correcting varus deformity. *The Journal of arthroplasty*. 2007;22(4):15-19. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2007.01.017>
- 7 Rossi R, Cottino U, Bruzzone M, Dettoni F, Bonasia DE, Rosso F. Total knee arthroplasty in the varus knee: tips and tricks. *International orthopedics*. 2019;43(1):151-158. <https://doi.org/10.1007/s00264-018-4116-3>

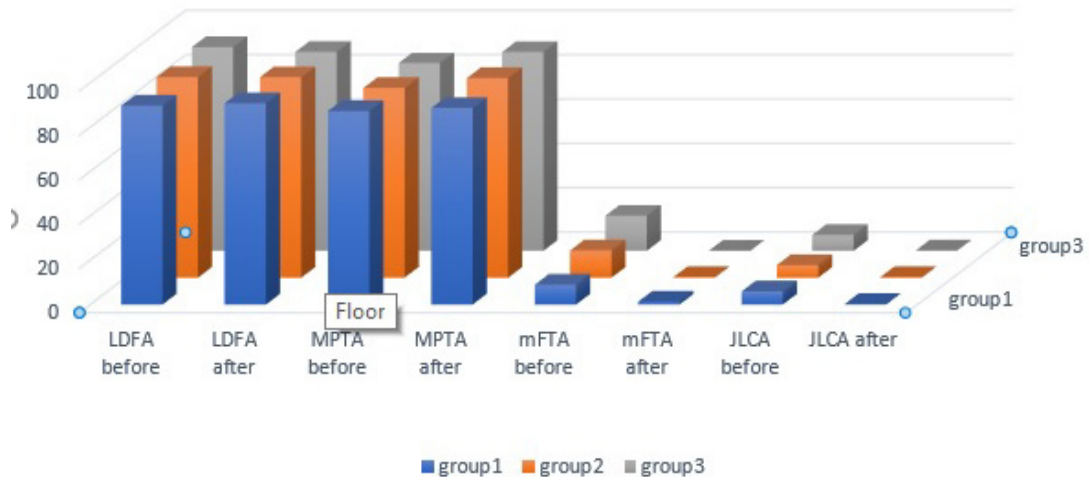


Figure 2: Comparison of radiographic parameters before and after surgery in groups

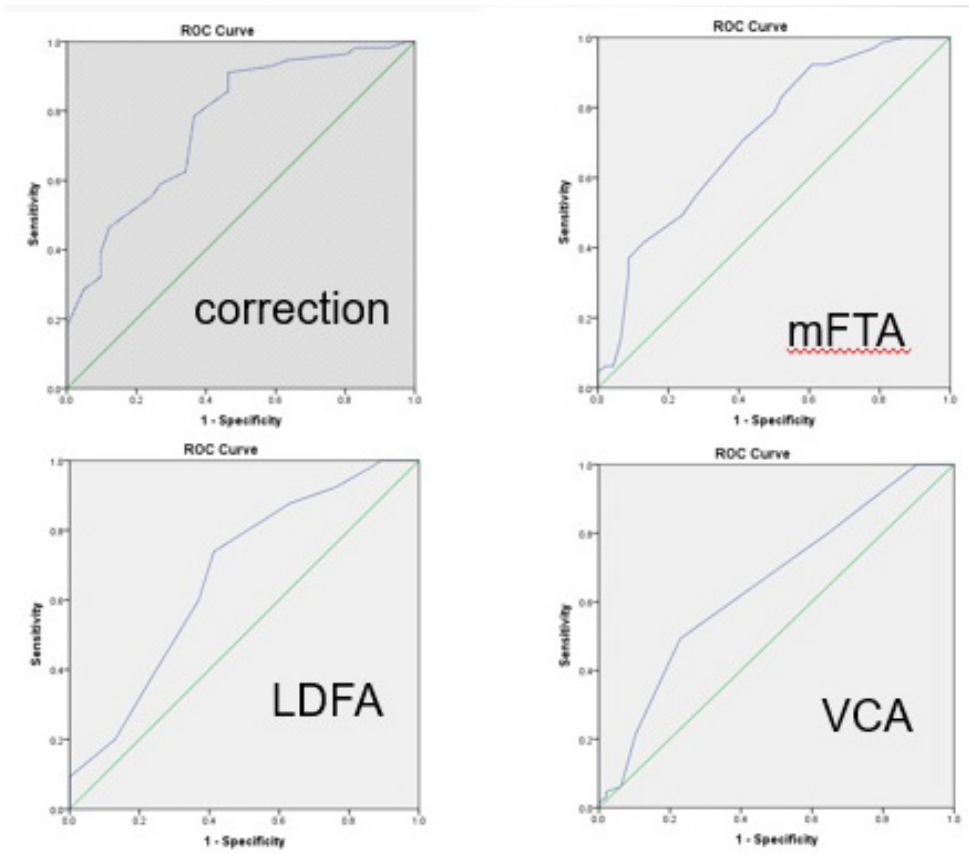


Figure 3: ROC curve of radiographic parameters for stage 3 medial release

### Discussion

A small number of studies have examined the association between medial release and preoperative radiographic parameters and also a difference in the sequence of medial release<sup>(14)</sup>. An estimate of the amount of release for correction of varus deformity

before surgery prevents insufficient or excessive release during surgery. Although some studies have used valgus/varus stress radiography for this purpose<sup>(3,11)</sup>, it is not possible to do it for all patients, so bilateral full-length standing lower-limb radiography (alignment view) seems more appropriate. In the present study, it was found that higher LDFA, mFTA, VCA,  $\Delta$ mFTA and lower MPTA

There was a statistically significant association between VCA and stage of medial release and VCA was higher in stage 3, but there was no significant association between the amount of bone cuts and the medial release stages (Table3).

The results of postoperative radiographic parameters analysis were shown in (Table 4). There was a statistically significant association between the total amount of correction of the mechanical femorotibial angle with the greater stage of medial release( $p<0.05$ ).

Comparison of the median of radiographic parameters before and after surgery with non-parametric Wilcoxon signed-rank test showed that in group one, JLCA and mFTA, in group two, MPTA, JLCA, and mFTA, and group three, all 4 angles of MPTA, JLCA, mFTA, and LDFA have been significantly improved ( $P<0.05$ ) (Figure 2).

ROC curve analysis showed that the area under the curve for varus correction (mFTA correction) was 0.768 ( $P = 0.0001$ ), and had 78% sensitivity and 64% specificity for values greater than and equal to 11.5 degrees correction. The area under the curve for the LDFA variable was 0.671 ( $P = 0.002$ ) and for above 90 degrees, it had 74% sensitivity and a 60% specificity. The area under curve for mFTA variable was 0.720 ( $P = 0.0001$ ) and it had a sensitivity of 70% and specificity of 60% for values above 12.5 degrees. The area under curve for the VCA variable was 0.651 ( $P = 0.006$ ) and for values above 6.5 degrees, it had a sensitivity of 50% and a specificity of 88% (Figure3). Logistic regression analysis including of all radiographic parameters showed that the total amount of correction of varus deformity significantly predicts the need for third stage release ( $P=0.01$ ,  $OR=1.49$ ,  $95\%CI (1.09-2.02)$ ).

**Table 3: Comparison of operative parameters between groups**

Variable		Group1	Group2	Group3	P-value
VCA	Mean (SD)	5.93(2.01)	5.93(1.13)	6.66(1.41)	0.01
	Median	6	6	7	
External Rotation cut angle	Mean (SD)	3(0)	3(0)	2.87(0.5)	0.219
	Median	3	3	3	
Distal femur cut	Mean (SD)	9.43(0.96)	9.5(1.25)	9.43(1.27)	0.779
	Median	9	9	9	
Posterior femoral condyle cut	Mean (SD)	8.46(1.78)	9.09(1.45)	8.92(1.63)	0.709
	Median	9	9	9	
Proximal tibia cut	Mean (SD)	6(1.86)	6.64(1.81)	6.48(1.74)	0.343
	Median	5	7	6.5	

**Table 4 Comparison of post-operative radiographic parameters between groups**

Variable		Group1	Group2	Group3	P-value
LDFA	Mean (SD)	90.78(1.71)	90.39(1.70)	89.73(1.81)	0.08
	Median	90	90	89.5	
MPTA	Mean (SD)	88.64(2.16)	90.1(1.98)	89.96(1.86)	0.052
	Median	88	90	90	
mFTA	Mean (SD)	1.28(2.24)	0.32(3.01)	-0.07(2.78)	0.271
	Median	1	1	0	
JLCA	Mean (SD)	0.28(0.72)	0.28(0.71)	0.16(0.59)	0.366
	Median	0	0	0	
Total correction	Mean (SD)	8.35(4.06)	11.51(4.93)	15.69(5.21)	0.0001
	Median	7.5	11	16	

All cases was operated by one surgeon under tourniquet with medial parapatellar approach and gap technique was used for balancing the valgus and varus deformity on proximal tibial and distal femoral cut, and double checked the flexion and extension gap based on the stages of the medial release<sup>(13)</sup> recorded in the operation description, patients were divided into groups: 1- MCL and medial capsule release 2- Including the first stage and posterior medial capsule and semimembranosus release 3- release same as the Second stage and superficial MCL in the form of pie-crusting or Needling and 4-Release the elements of the previous step and Pes anserinus. The same standard radiographs as pre-operative was taken at the patients' first postoperative visit with the same measurements (Figure 1).

The amount of correction of varus deformity ( $\Delta$ mFTA) was measured. The parameters of radiography before and after surgery were compared in different study groups based on stages of medial release:

Quantitative variables were assessed by Kolmogorov-Smirnov test. One-way ANOVA test and Kruskal-Wallis test was used to compare the quantitative variables in the groups.

Paired t-test and Wilcoxon signed-rank test for comparing the variables and the test of chi-square for examination the association between qualitative variables were used. Odds ratios (OR) and 95%

confidence intervals (CI) were determined using multivariable logistic regression. All tests were performed at a significance level of 0.05 using SPSS version 21.

## Results

103 patients and 115 knees were included with mean age of  $64.35 \pm 7.57$ . 92 female (89.3%) and 11(10.7%) male, while 58 (50.4%) were right and 57 (49.6%) were left knee.

Based on the medial release stage, the patients were divided to three groups (None of the patients required stage IV release). No statistically significant difference between three groups of medial release in terms of sex and age was found ( $p > 0.05$ ).

All patients underwent primary total knee replacement by PCL substitute (PS) prosthesis. The type of prosthesis used in different groups was not statistically significant (Table 1).

The results of the analysis of preoperative radiographic variables with the non-parametric test of Kruskal Wallis showed that stage of medial release was significantly associated with LDFA, MPTA, and mFTA, But the JLCA had no statistically significant association with the medial release ( $p = 0.189$ ) (Table 2).

**Table 1: Comparison of age, sex, and prosthesis Manufacturer between groups**

variable		Group 1 (Release Stage 1)	Group 2 (Release Stage 2)	Group 3 (Release Stage 3)	P-value
age	Mean(SD)	66.18(7)	64.37(6.96)	63.95(7.93)	0.57
sex	Male	0(0%)	1(3.1%)	8(12.3%)	0.13
	Female	16(100%)	31(96.9%)	57(87.7%)	
prosthesis	ZIMMER	6(37.5%)	9(28.1%)	28(43.8%)	0.57
	SMITH & NEPHEW	7(48.3%)	13(40.6%)	20(31.3%)	
	DEPUY SYNTHES	3(18.8%)	10(31.3%)	16(25%)	

**Table 2: Comparison of preoperative radiographic parameters between groups**

Variable		Group1	Group2	Group3	P-value
LDFA	Mean (SD)	89.73(2.76)	90.48(2.55)	91.90(2.19)	0.006
	Median	90	90	92	
MPTA	Mean (SD)	87.26(3.30)	85.58(3.18)	84.69(3)	0.014
	Median	87	86	85	
mFTA	Mean (SD)	8.93(4.63)	12.32(5.64)	15.90(5.6)	0.0001
	Median	9	12	15	
JLCA	Mean (SD)	5.93(3.15)	5.67(2.41)	7.18(4.06)	0.189
	Median	5	6	6	

Therefore, predicting the amount of medial release based on kinematic alignment to correct varus before surgery is very effective, especially in the absence of a navigation system<sup>(10)</sup>.

So far, few papers have studied the relationship between the parameters of radiography before surgery and need for medial release. Some studies have estimated the need for medial release using varus-valgus stress view x-rays<sup>(2,11)</sup>. It was found that the total of valgus and varus stress mechanical angles, as well as the varus of the mechanical axis of the knee, are risk factors for more medial release and the need for medial reduction osteotomy<sup>(3)</sup>. One study also showed that lateral opening of the joint space and the medial tibial articular surface angle predict the need for a medial reduction osteotomy<sup>(12)</sup>. Sajjadi et al. explained that increasing the varus deformity on the radiographs before surgery will need a more soft tissue release and Medial proximal tibial angle (MPTA) and Mechanical Femur-Tibia angle (mFTA) could predict the extend of medial soft tissue release during TKA<sup>(9)</sup>.

The aim of our study was to investigate the radiographic parameters relationship before surgery and the need and amount of medial release.

## Materials & Methods

In this retrospective cohort study, cases with genu varum deformity who had underwent primary TKA in two hospitals in Sari city from 2018 to 2020 by a single surgeon were included. Any previous history of knee surgery and ligament laxity were the exclusion criteria.

A pre-operative evaluation in x-rays was performed utilizing standing antero-posterior radiographs of the knee, lateral view, bilateral alignment and patella axial view. The radiographs were evaluated for measuring the mFTA, MPTA, Lateral Distal Femoral Angle (LDFA), Valgus Cut Angle (VCA) and Joint Line Convergence Angle (JLCA) (Figure 1).

All radiographic parameters were measured by two blinded researchers to the groups in two times.



Figure 1: Measurement of preoperative and postoperative radiological parameters

## The Association between Preoperative Radiographic Parameters and Medial Soft Tissue Release in Total Knee Arthroplasty

### Abstract

**Introduction:** Varus deformity is the most common deformity in patients undergoing knee replacement. Varus correction is based on the release of the medial soft tissue of the knee. But there is no exact measure of its extent. The present study aimed to investigate radiographic parameters that can predict the need for the release of medial elements.

**Materials & Methods:** In this retrospective cohort study all patients who underwent primary knee replacement surgery performed in a university hospital by a single surgeon during a 2-years period were included in the study. Preoperative and post-operative knee radiographs were collected. Patients were divided into three groups based on the stage of medial release. The radiographic criteria including Mechanical Femoro-tibial angle (mFTA), Lateral distal femoral angle (LDFA), Proximal medial tibial angle (MPTA), valgus cut angle (VCA) and joint line convergence angle (JLCA) before and after surgery were compared between the groups.

**Results & Discussion:** A total of 115 knee radiographs, related to 103 patients were examined. There was a significant association between LDFA, MPTA, mFTA, VCA and degree of varus correction with the medial release. The degree of varus correction significantly predicts the need for a high grade of medial release (OR=1.49, P=0.01)

**Conclusion:** higher LDFA, mFTA, VCA, and the degree of correction of the femoral and tibial mechanical angle and lower MPTA were associated with a higher degree of medial release. And the amount of varus correction significantly predicts the need for more medial release.

**Keywords:** Total knee arthroplasty, Genu varum, Radiography.

**Accepted:** 53 days before printing

Salman Ghaffari, MD<sup>1</sup>, Masoud Shayesteh Azar, MD<sup>1</sup>, Mehran Razavipour, MD<sup>1</sup>, Shahin Talebi, MD<sup>2</sup>,  
Shayan Amjadi, MD<sup>1</sup>

1. Department of Orthopedics, Orthopedic Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran.

2. Department of Orthopedics, Taleghani Hospital, School of Medicine, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

### Introduction

Total knee arthroplasty (TKA) is one of the most common orthopedic surgeries. In 2017, about 990,000 knee replacement surgeries in the United States were performed<sup>(1)</sup>. The rate of knee arthroplasty in Organization for Co-operation and Development (OECD) countries is 150 per 100,000 population and will quadruple by 2030<sup>(1)</sup>.

Genu varum is the most common deformity in patients with knee replacement. The varus of the knee is defined based on the mechanical femorotibial angle less than 180 degrees in the standing radiograph and narrowing of the medial joint space<sup>(2)</sup>. The goal of knee arthroplasty is to maintain medial and lateral balance and knee function<sup>(3)</sup>.

Many techniques are used to correct varus with release of the medial soft tissue of knee. Although many cases are corrected with the standard approach, others require the extensive release of the medial soft<sup>(4)</sup>. In severe cases of varus, deep Medial collateral ligament (MCL) is released and osteophytes are removed, then posterior medial capsule, superficial MCL, posterior oblique ligament (POL), Semimembranosus tendon, and Pes anserinus are released, respectively<sup>(5)</sup>. These extensive releases may lead to over-correction and even the need to use constrain prostheses, increasing surgical complications and costs<sup>(6,7)</sup>. Inadequate release on the other hand may result in pain, knee stiffness, instability, polyethylene wear, osteolysis, aseptic loosening and need for revision<sup>(8,9)</sup>.

**Corresponding Author:**  
Shayan Amjadi, MD  
Email address:  
Shayanamjadi@yahoo.com

- 9 Golbakhsh MR, Siavashi B, Attar M, Ramim T. Correlation between Lumbar vertebral instability and severe degenerative spondylolisthesis Tehran University Medical Journal. 2013;71(1):46-52. ISSN:1683-1764
- 10 Ameri E, Ghandhari H, Vahid Tari H, Noori A, Hesarikia H, Nabizadeh N. Change in Sagittal Spine and Spinopelvic Parameters in Children during Growth. Iranian Journal of Surgery. 2013;21(3):44-52.
- 11 Kim D, Davis DD, Menger RP. Spine sagittal balance. 2023. PMID: 30521279
- 12 Legaye J, Duval-Beaupère G, Hecquet J, Marty C. Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves. E Spine J. 1998;7(2):99-103. <https://doi.org/10.1007/s005860050038>.
- 13 Barrey C, Jund J, Nosedá O, Roussouly P. Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases. A comparative study about 85 cases. Eur Spine J. 2007;16(9):1459-1467. <https://doi.org/10.1007/s00586-006-0294-6>.
- 14 Le Huec JC, Aunoble S, Philippe L, Nicolas P. Pelvic parameters: origin and significance. Eur Spine J. 2011;20 (Suppl 5):564-571. <https://doi.org/10.1007/s00586-011-1940-1>
- 15 Le Huec J, Thompson W, Mohsinaly Y, Barrey C, Faundez A. Sagittal balance of the spine. European spine journal. 2019;28(9):1889-1905. <https://doi.org/10.1007/s00586-019-06083-1>
- 16 Boulay C, Tardieu C, Hecquet J, Benaim C, Mitulescu A, Marty C, et al. Anatomical reliability of two fundamental radiological and clinical pelvic parameters: incidence and thickness. European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology. 2005;15(3):197-204. <https://doi.org/10.1007/s00590-005-0239-5>
- 17 Place HM, Hayes AM, Huebner SB, Hayden AM, Israel H, Brechbuhler JL. Pelvic incidence: a fixed value or can you change it? The Spine Journal. 2017;17(10):1565-1569. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2017.06.037>
- 18 Zhu Y, Zhang X, Fan Y, Zhou Z, Gu G, Wang C, et al. Sagittal alignment of the cervical spine: radiographic analysis of 111 asymptomatic adolescents, a retrospective observational study. BMC Musculoskeletal Disorders. 2022;23(1):1-9. <https://doi.org/10.1186/s12891-022-05792-x>

It should be noted that this investigation is the first study of its kind conducted within the country; therefore, comparison with domestic research is not possible. Nonetheless, a study by Place and colleagues in 2017 examined the constancy of PI and reported that PI changed in 88% of participants when shifting from a resting position to maximal anterior pelvic rotation, and in 80% of participants when shifting from a resting position to maximal posterior pelvic rotation<sup>(17)</sup>.

The variability of PI may partly be attributed to measurement error, since PI is assessed through radiographic imaging. However, such error cannot consistently account for repeated changes in the same individual, and it is possible that only a portion of PI variation is due to calculation inaccuracies. Ultimately, the observation that PI is not fixed across different positions represents an important finding that cannot be overlooked. Given that PI reflects the relationship between the sacrum and the iliac wings, or the sacroiliac joint, and that this joint is recognized as a mobile articulation, this mobility may explain, at least in part, the positional variability observed in PI. The lack of consistency in PI across the studied positions under Full conditions can also be extended to explain certain complications encountered in spinal surgeries. In the past, surgical interventions for spinal deformities were performed under the assumption that PI is a fixed value in every individual regardless of posture. This assumption, however, occasionally led to complications such as transitional syndromes and junctional syndromes<sup>(13)</sup>. The present study, by challenging this long-held belief, may contribute to significant advances in spinal surgery, improving surgical efficiency and reducing postoperative complications.

Our findings also showed that PI in both Full Flexion and Full Extension positions was higher in women compared to men. Although this difference was not statistically significant, the lack of significance may be attributable to the relatively small sample size. With a larger sample, the difference in PI angle between men and women may reach statistical significance. In a study by Zhu and colleagues, sagittal parameters of the cervical spine were compared between men and women, and significant differences were reported in C2–C7 Cobb angle and C7 slope<sup>(18)</sup>. Although the variables examined in their study differ from those in the present investigation, the underlying hypothesis generated here may serve as a foundation for future studies.

## Conclusion

The results of this study demonstrated that pelvic position has a measurable impact on pelvic incidence (PI), and that PI values are not identical across different positions. Moreover, PI was found to be greater in the Full Flexion position compared to the Full Extension position.

## Acknowledgments

The authors express their sincere gratitude to the esteemed expert of the Clinical Research Development Unit of Shahid Beheshti Hospital of Babol for their valuable collaboration and support throughout the course of this study.

## References

- 1 Mac-Thiong JM, Labelle H, Roussooly P. Pediatric sagittal alignment. *European spine journal: official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2011;20 (Suppl 5):586. <https://doi.org/10.1007/s00586-011-1925-0>
- 2 Grotle M, Småstuen MC, Fjeld O, Grøvle L, Helgeland J, Storheim K, et al. Lumbar spine surgery across 15 years: trends, complications and reoperations in a longitudinal observational study from Norway. *BMJ open*. 2019;9(8):e028743. doi:10.1136/bmjopen-2018-028743
- 3 Schwab F, Dubey A, Gamez L, El Fegoun AB, Hwang K, Pagala M, et al. Adult scoliosis: prevalence, SF-36, and nutritional parameters in an elderly volunteer population. *Spine*. 2005;30(9):1082-1085. DOI: 10.1097/01.brs.0000160842.43482.cd
- 4 Jacob CJ, Cardoso IM, Batista JL, Maia TC, Roncaglio B. Spinopelvic parameters evaluation in a Brazilian population sample. *European journal of orthopaedic surgery & traumatology: orthopedie traumatologie*. 2015;25 (Suppl 1): 21-24. <https://doi.org/10.1007/s00590-015-1647-9>
- 5 Yukawa Y, Kato F, Suda K, Yamagata M, Ueta T, Yoshida M. Normative data for parameters of sagittal spinal alignment in healthy subjects: an analysis of gender specific differences and changes with aging in 626 asymptomatic individuals. *Eur Spine J*. 2018;27:426–432. <https://doi.org/10.1007/s00586-016-4807-7>
- 6 Chung NS, Jeon CH, Lee HD, Won SH. Measurement of Spinopelvic Parameters on Standing Lateral Lumbar Radiographs: Validity and Reliability. *Clinical spine surgery*. 2017;30(2): 119-123. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000448
- 7 Henneman S, Antoneli P, de Oliveira G. Pelvic incidence: A fundamental parameter for defining the sagittal balance of the spine. *Coluna/Columna*. 2012;11(3):237-239. DOI: 10.1590/S1808-18512012000300011
- 8 Li WS, Li G, Chen ZQ, Wood KB. Sagittal plane analysis of the spine and pelvis in adult idiopathic scoliosis. *Chinese medical journal*. 2010;123(21):2978-2982. DOI: 10.3760

As shown in Table 1, the mean PI angle in the Full Flexion and Full Extension positions was not equal, and the angle demonstrated variation between the two positions. Specifically, the mean PI angle in Full Flexion was greater than that in Full Extension. The mean difference in PI angle between the two positions was calculated as  $3.9 \pm 3.6$  degrees. This difference represents the change in PI angle between Full Flexion and Full Extension.

### Mann-Whitney test

The mean PI angle in Full Flexion among females was  $55.83 \pm 11.23^\circ$ , which was higher than that of males at  $53.22 \pm 7.62^\circ$ , although the difference was not statistically significant ( $P = 0.390$ ). Similarly, in Full Extension, the mean PI angle in females was  $51.87 \pm 9.87^\circ$ , higher than that of males at  $49.65 \pm 7.05^\circ$ , yet again, no statistically significant difference was observed ( $P = 0.608$ ) (Table 2).

### Spearman's correlation coefficient

The PI angle in Full Flexion showed a negative correlation with age, though it was not statistically significant ( $r = -0.044$ ,  $P = 0.775$ ). A negative correlation indicates that as age increases, the PI angle in Full Flexion tends to decrease. Similarly, the PI angle in Full Extension demonstrated a negative correlation with age, but again without statistical significance ( $r = -0.102$ ,  $P = 0.511$ ). This suggests that increasing age is associated with a decreasing PI angle

in Full Extension. By contrast, a significant positive correlation was observed between PI angle in Full Flexion and PI angle in Full Extension ( $r = 0.915$ ,  $P < 0.001$ ). This positive correlation indicates that an increase in PI angle in one position is accompanied by an increase in PI angle in the other position (Table 3).

## Discussion

Recent research has increasingly focused on parameters that govern spinal and pelvic alignment, collectively referred to as spinopelvic sagittal balance. These parameters include pelvic incidence (PI), sacral slope (SS), and pelvic tilt (PT). Normal static sagittal balance is defined as the physiological alignment of the spine in its most efficient posture. During gait, sagittal balance is constantly maintained through compensatory mechanisms of the lower limbs<sup>(13)</sup>.

Previous studies have consistently reported that PI remains a constant value for each individual, whereas other parameters such as SS and PT vary according to posture<sup>(14-18)</sup>. However, the present study demonstrated that PI values in each individual were not identical between Full Flexion and Full Extension positions. This finding has the potential to influence approaches in the assessment of sagittal parameters and the planning of spinal surgeries. Knowledge of PI variations across these positions may alter the extent and type of correction required during surgery.

**Table 1: Measurements of Pelvic Incidence Angle in the Two Positions of Full Flexion and Full Extension**

Pelvic Incidence Angle	Mean	Standard Deviation	Median	Minimum	Maximum
Full Flexion Position	54.76	9.90	52.25	38.7	85.7
Full Extension Position	50.81	8.79	48.20	36.5	77.2

**Table 2: Measurements of Pelvic Incidence Angle in Full Flexion and Full Extension Positions by Sex**

Pelvic Incidence Angle	Males (Mean $\pm$ SD)	Females (Mean $\pm$ SD)	P value*	Pelvic Incidence Angle	Males (Mean $\pm$ SD)
Full Flexion	$53.22 \pm 7.62$	$55.83 \pm 11.23$	0.390	Full Flexion	$53.22 \pm 7.62$
Full Extension	$49.65 \pm 7.05$	$51.87 \pm 9.87$	0.608	Full Extension	$49.65 \pm 7.05$

**Table 3: Correlation Between PI Angle in Full Flexion and Full Extension Positions with Age and with Each Other**

Variables	Age	PI in Full Flexion	PI in Full Extension
Age	$r = 1$	-	-
PI in Full Flexion	$r = -0.044$ , $P = 0.775$	$r = 1$	-
PI in Full Extension	$r = -0.102$ , $P = 0.511$	$r = 0.915$ , $P < 0.001$	$r = 1$

Certain studies have reported that PI increases with age during the pre-pubertal period in individuals without spinal deformity, but remains relatively stable in the post-pubertal years<sup>(10)</sup>. Other investigations have indicated that the normal PI range in individuals may vary between 45° and 65°, yet in any given person, it remains constant across different postures<sup>(11)</sup>.

Considering the clinical significance of the constancy of PI for spinal alignment assessment, and the importance of accurate angular measurements for proper fixation in spinal surgeries, this study was designed to evaluate PI and compare its values in the specified positions. The choice of surgical instrumentation and the ability to restore sagittal balance depend directly on the PI angle, thereby influencing surgical outcomes<sup>(12)</sup>.

## Materials & Methods

Students enrolled at Babol university of medical Sciences during the period from August 2020 to November 2021 volunteered to participate in this study. To evaluate their vertebrae, dynamic radiographs (dynamic views) were obtained. For each participant included in the study, radiographs were performed in two positions: (1) sitting and bending forward to the maximal voluntary extent (Full Flexion), and (2) lying supine with legs extended off the bed to the maximal voluntary extent (Full Extension). PI was then measured using PACS software. Inclusion criteria included age  $\geq 20$  years, no history of back pain, no history of trauma to the

lumbar spine. Moreover, exclusion criteria involved congenital spinal deformities or disorders, vertebral anomalies, history of spinal surgery, clinical evidence of vertebral fracture, and pregnancy.

Sample size was calculated using G\*Power software, yielding 41 participants. Collected data were entered into Microsoft Excel for preparation and statistical analysis. For descriptive statistics, measures of central tendency (mean, median, mode) and measures of dispersion (variance, standard deviation, range, coefficient of variation) were applied for quantitative variables, while frequency, percentage, and prevalence were used for qualitative variables. Graphical representation (bar and pie charts) was also performed. For inferential statistics, study hypotheses were examined using parametric tests (chi-square) and non-parametric tests (Mann–Whitney), as well as Spearman correlation analysis following normality testing of data. All statistical analyses were conducted using SPSS software version 25, with a significance level set at  $p < 0.05$ .

## Results

In this cross-sectional study, 44 students volunteered and underwent dynamic radiographs in two positions: Full Flexion and Full Extension. PI was measured in both positions. The mean age of participants was  $23.25 \pm 1.31$  years, with a median of 23.50 years, a minimum age of 21 years, and a maximum of 25 years. Among the 44 students who participated in the study, 18 (40.9%) were male and 26 (59.1%) were female (Figure 1).

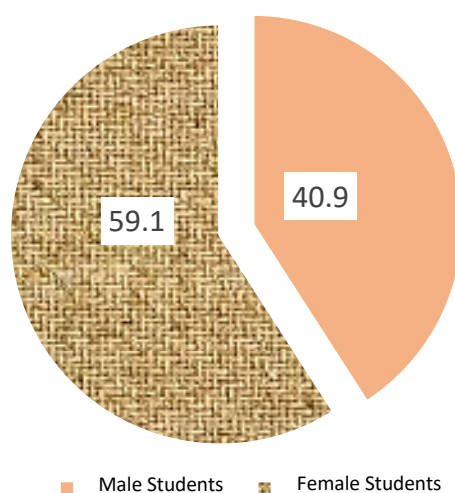


Figure 1: Distribution percentage of participants frequency based on gender

## The Effect of Pelvic Position on Pelvic Incidence

### Abstract

**Introduction:** Given the importance of the stability of the pelvic incidence (PI) angle in evaluating spinal alignment and its significance in spinal fixation during surgical procedures, this study aims to investigate the PI angle and compare it in two positions: Full Flexion and Full Extension.

**Materials & Methods:** This cross-sectional study assessed 44 student volunteers using dynamic radiographic evaluation in two positions: Full Flexion and Full Extension. Dynamic radiographs were taken in two conditions: (1) seated with maximum forward bending (Full Flexion) and (2) lying supine with legs hanging off the edge of the bed to their maximum extent (Full Extension). The PI angle was measured using the PACS software.

**Results & Discussion:** The mean PI angles in the Full Flexion and Full Extension positions were not equal, demonstrating positional changes. The mean PI angle in Full Flexion was higher than in Full Extension. The mean difference in PI angle between the two positions was  $3.6 \pm 3.9$  degrees. In females, the mean PI angle in Full Flexion was  $55.83 \pm 11.23$  degrees, which was higher than in males ( $53.22 \pm 7.62$  degrees), though this difference was not statistically significant ( $P = 0.390$ ). In Full Extension, the mean PI angle in females was  $51.61 \pm 9.87$  degrees, which was again higher than in males ( $49.65 \pm 7.05$  degrees), but the difference was not statistically significant ( $P = 0.608$ ).

**Conclusion:** The study results indicate that pelvic positioning affects pelvic incidence, and PI measurements are not constant across different positions. Furthermore, PI in the Full Flexion position was greater than in the Full Extension position.

**Keywords:** Pelvis, Spine, Patient positioning.

**Accepted:** 50 days before printing

Saeed Ahmadi, MD<sup>1</sup>, Mani Falsafi, MD<sup>2</sup>, Naser Ghaemian, MD<sup>1</sup>, Hoda Shirafkan, MD<sup>3</sup>, Amir Mahmoud Afshar, MD<sup>1</sup>

1. Clinical Research Development Center, Shahid Beheshti Hospital, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran.

2. Department of orthopedics, Faculty of Medicine, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran.

3. Social determinants of health research center, health research institute, Babol university of medical Sciences, Babol, Iran.

**Corresponding Author:**  
Mani Falsafi, MD  
Email address:  
Dr.manifalsafi@gmail.com

### Introduction

From a biomechanical perspective, the spine is considered a single functional unit, and when assessing spinal pathologies, careful attention to spinal biomechanics is of great importance<sup>(1)</sup>. Degenerative diseases, particularly at advanced ages, induce significant alterations in the lumbar spine and pelvis, which often necessitate correction of these deformities over the patient's lifetime<sup>(2,3)</sup>. The lumbosacral spine and pelvis play a crucial role in maintaining sagittal balance of the body<sup>(4)</sup>. Evidence has shown that sagittal and coronal balance, and their interrelationship with other segments of the spine and pelvis, are critical; any disruption in lumbosacral sagittal balance can result in pain and functional disability<sup>(5)</sup>. Comprehensive knowledge of sagittal alignment is essential for achieving optimal clinical outcomes and minimizing complications in surgical correction of lumbosacral deformities such as degenerative disease, scoliosis, and spondylolisthesis<sup>(6-8)</sup>.

The relationship between the sacrum and pelvis is defined by pelvic incidence (PI), which describes the spatial orientation and positioning of the sacrum. PI is measured as the angle between the perpendicular to the sacral plate passing through its midpoint and the line connecting this midpoint to the femoral head axis. Sacral slope (SS) is the angle between the sacral plate and the horizontal axis, while pelvic tilt (PT) is the angle between the vertical axis and the line drawn from the midpoint of the sacral plate to the femoral head axis<sup>(9)</sup>.

The sagittal morphology of the pelvis has a substantial impact on upright posture, especially through its influence on lumbar lordosis.

While this study is helpful, several caveats should be mentioned. First, sample size (n = 30) may limit the external validity of the findings. Second, the lack of a control group makes it impossible to separate the effect of surgery from natural increase or other therapies. Larger control group and sample size studies in the future would be needed to confirm these findings. Follow-up periods longer than 12 months would also provide more data about the durability of surgical outcomes.

## Conclusion

This study demonstrates that orthopedic surgery enhances gait kinematics, postural balance, and walking speed in children with spastic CP substantially. The findings demonstrate the potential of surgical interventions to enhance functional mobility and quality of life in this population. Future research must address maximizing surgical techniques, postoperative rehabilitation protocols, and individualized treatment plans to further optimize outcomes in children with spastic CP.

## Acknowledgments

We sincerely thank those who helped us with this study.

## References

- Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M. A report: The definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl.* 2007;109:8–14. doi.org/10.1111/j.1469-8749.2007.tb12610.x
- Graham HK, Rosenbaum P, Paneth N, et al. Cerebral palsy. *Nat Rev Dis Primers.* 2016;2:15082. doi.org/10.1038/nrdp.2015.82
- Gough M, Shortland AP. Can clinical gait analysis guide the management of ambulant children with cerebral palsy? *J Pediatr Orthop.* 2012;32(Suppl 2):S1–S4. 10.1097/BPO.0b013e31818e197c
- Thompson N, Stebbins J, Seniorou M, Newham D. The use of gait analysis in the treatment of cerebral palsy. *J Pediatr Orthop.* 2018;38(5):e1–e6, doi.org/10.1302/2058-5241.1.000052
- Wren TA, Rethlefsen S, Kay RM. Prevalence of specific gait abnormalities in children with cerebral palsy: Influence of cerebral palsy subtype, age, and previous surgery. *J Pediatr Orthop.* 2005;25(1):79–83. doi.org/10.1097/00004694-200501000-00018
- Rutz E, Hofmann E, Brunner R. Preoperative botulinum toxin test injections in children with cerebral palsy considering single event multilevel surgery. *Dev Med Child Neurol.* 2013;55(9):774–779. doi.org/10.1007/s00776-010-1509-6
- Novacheck TF, Stout JL, Tervo R. Reliability and validity of the Gillette Functional Assessment Questionnaire as an outcome measure in children with walking disabilities. *J Pediatr Orthop.* 2000;20(1):75–81. doi.org/10.1097/01241398-200001000-00017
- Dreher T, Wolf SI, Maier M, et al. Long-term results after gastrocnemius-soleus intramuscular aponeurotic recession as a part of multilevel surgery in spastic diplegic cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94(7):627–637. doi.org/10.2106/jbjs.k.00096
- McGinley JL, Dobson F, Ganeshalingam R, Shore BJ, Rutz E, Graham HK. Single-event multilevel surgery for children with cerebral palsy: A systematic review. *Dev Med Child Neurol.* 2012;54(2):117–128. doi.org/10.1111/j.1469-8749.2011.04143.x
- Novak I, McIntyre S, Morgan C, et al. A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: State of the evidence. *Dev Med Child Neurol.* 2013;55(10):885–910. doi.org/10.1111/dmcn.12246
- Thomason P, Selber P, Graham HK. Single event multilevel surgery in children with bilateral spastic cerebral palsy: A 5-year prospective cohort study. *Gait Posture.* 2013;37(1):23–28. doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.05.022
- Papageorgiou E, Nieuwenhuys A, Vandekerckhove I, et al. Systematic review on gait classifications in children with cerebral palsy: An update. *Gait Posture.* 2019;69:209–223. doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.01.038
- Gage JR, Novacheck TF. An update on the treatment of gait problems in cerebral palsy. *J Pediatr Orthop B.* 2001;10(4):265–274. doi.org/10.1097/01202412-200110040-00001
- Desloovere K, Molenaers G, Feys H, Huenaearts C, Callewaert B, Van de Walle P. Do dynamic and static clinical measurements correlate with gait analysis parameters in children with cerebral palsy? *Gait Posture.* 2006;24(3):302–313. doi.org/10.1016/j.gaitpost.2005.10.008
- Rodda JM, Graham HK, Carson L, Galea MP, Wolfe R. Sagittal gait patterns in spastic diplegia. *J Bone Joint Surg Br.* 2004;86(2):251–258. doi.org/10.1302/0301-620x.86b2.13878
- Bell KJ, Ōunpuu S, DeLuca PA, Romness MJ. Natural progression of gait in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop.* 2002;22(5):677–682. doi.org/10.1097/01241398-200209000-00020
- Wren TA, Rethlefsen S, Kay RM. Prevalence of specific gait abnormalities in children with cerebral palsy: Influence of cerebral palsy subtype, age, and previous surgery. *J Pediatr Orthop.* 2005;25(1):79–83. doi.org/10.1097/00004694-200501000-00018

**Table 7: Comparison of Outcomes by Surgical Procedure**

Outcome Measure	Tendon Lengthening	Muscle Releases	p-value
Stride Length (cm)	87.5 ± 6.1	88.3 ± 5.9	>0.05
PBS Score	48.5 ± 3.7	48.9 ± 3.6	>0.05
Comfortable Speed (m/s)	0.96 ± 0.13	0.98 ± 0.12	>0.05

## Discussion

The impact of orthopedic surgery on the postural balance, gait kinematics, and walking speed of children with spastic cerebral palsy (CP) was assessed in this study. The results demonstrate significant gains in all outcome measures at 6 and 12 months post-surgery, with the largest gains observed at the 12-month follow-up. These findings underscore the potential of orthopedic interventions, such as tendon lengthening and muscle releases, to enhance functional mobility and quality of life in children with spastic CP.

The gains noted in gait kinematics, including increased stride length, reduced knee flexion, and improved ankle dorsiflexion, align with previous studies reporting favorable results following orthopedic surgery in children with CP<sup>(13,14)</sup>. The 12.5% increase in stride length and 8.3% in cadence reflect surgical management to overcome musculoskeletal impairments leading to more energy-conserving and economical gait patterns<sup>(15)</sup>. These alterations are clinically relevant, as they indicate increased mobility and decreased energy cost of walking, which are essential for enhancing participation in activities of daily living<sup>(16)</sup>.

The significant improvements in postural balance, as measured by the Pediatric Balance Scale (PBS) and Timed Up and Go (TUG) test, highlight the broader functional benefits of orthopedic surgery. The improvement in PBS scores from 42.3 to 48.7 points indicates better static and dynamic balance, while the reduction in TUG test time from 12.5 to 9.8 seconds indicates better functional mobility. These findings are consistent with studies citing the role of surgical intervention in enhancing postural control and reducing fall risk in children with CP<sup>(6)</sup>. The beneficial effects on balance can be attributed to better joint alignment and reduced spasticity, which facilitate more coordinated and stable movement<sup>(11)</sup>.

The 18.6% improvement in comfortable walking speed and 15.2% improvement in fast walking speed at 12 months post-surgery are particularly

noteworthy. Walking speed is a valuable indicator of functional capacity and is strongly related to participation in the community and quality of life<sup>(1)</sup>. The improvements observed demonstrate that orthopedic surgery not only enhances gait mechanics but leads to clinically significant mobility improvements in the everyday world as well. These findings are supported by previous research demonstrating similar improvements in walking speed following surgical interventions in children with CP<sup>(8,17)</sup>.

The subgroup analysis revealed that children with GMFCS Level I improved more in walking speed and balance compared to children with GMFCS Levels II and III. This finding is consistent with the literature, which states that children with milder impairments (GMFCS Level I) have greater potential for functional gain due to their higher baseline mobility and motor control<sup>(10)</sup>. However, it is remarkable that all subgroups had significant improvements, underlining the importance of surgery along the spectrum of functional capacities.

No difference was detected between tendon lengthening and releases of the muscle in terms of outcomes. This means that the two operations have the same ability to improve gait, balance, and speed of walking among spastic CP children. The findings agree with a systematic review by McGinley et al<sup>(9)</sup>, who did not establish any definite advantage of one procedure over the other. The choice of procedure can therefore be determined by the specific musculoskeletal impairments and clinical goals of each patient.

The findings of this study have important clinical implications. They first provide evidence that orthopedic surgery is a useful treatment for improving gait, balance, and walking speed in children with spastic CP. Second, the long-term benefits observed at 12 months post-surgery highlight the importance of ongoing postoperative rehabilitation to maximize the opportunity for functional gain. Third, subgroup analysis identifies the necessity for treatment protocols tailored to the functional status and specific needs of each child.

### Postural Balance

Postural balance, measured through the Pediatric Balance Scale (PBS) and Timed Up and Go (TUG) test, improved notably over time (Table 3). Mean PBS score increased from  $42.3 \pm 4.1$  at baseline to  $48.7 \pm 3.8$  at 12 months after surgery ( $p < 0.01$ ). Time on TUG test decreased from  $12.5 \pm 2.3$  seconds at baseline to  $9.8 \pm 1.9$  seconds at 12 months after surgery ( $p < 0.01$ ).

### Walking Speed

Walking speed, using the 10-Meter Walk Test (10MWT), demonstrated significant postoperative gains (Table 4). Fast comfortable walking speed improved by 18.6% ( $p < 0.01$ ) and fast walking speed by 15.2% ( $p < 0.01$ ) in comparison with preoperative at 12 months of surgery.

### Effect Sizes

Effect sizes (Cohen's *d*) for improvement in the outcome measures were calculated to assess the

magnitude of the improvements (Table 5). Large effect sizes for the improvements were observed for stride length ( $d = 1.2$ ), PBS score ( $d = 1.5$ ), and comfortable walking speed ( $d = 1.3$ ), indicating clinically significant improvements.

### Subgroup Analysis

Subgroup analysis at the levels of GMFCS showed that the children in GMFCS Level I demonstrated higher gains in gait speed and balance compared with the children with GMFCS Levels II and III ( $p < 0.05$ ) (Table 6). However, there was considerable gait kinematic and functional improvement across all subgroups.

### Comparison between Surgical Procedures

Comparison of results between muscle releases and tendon lengthening did not show differences ( $p > 0.05$ ) (Table 7). There were no differences in outcome between the two operations for the correction of gait, balance, and walking speed.

**Table 3: Changes in Postural Balance over Time**

Measure	Baseline	6 Months Post-op	12 Months Post-op	p-value
PBS Score (0–56)	$42.3 \pm 4.1$	$46.2 \pm 3.9$	$48.7 \pm 3.8$	<0.01
TUG Test (seconds)	$12.5 \pm 2.3$	$10.4 \pm 2.1$	$9.8 \pm 1.9$	<0.01

**Table 4: Changes in Walking Speed over Time**

Parameter	Baseline	6 Months Post-op	12 Months Post-op	p-value
Comfortable Speed (m/s)	$0.82 \pm 0.15$	$0.94 \pm 0.14$	$0.97 \pm 0.13$	<0.01
Fast Speed (m/s)	$1.12 \pm 0.18$	$1.25 \pm 0.17$	$1.29 \pm 0.16$	<0.01

**Table 5: Effect Sizes for Outcome Measures**

Outcome Measure	Effect Size (Cohen's <i>d</i> )
Stride Length	1.2
Cadence	0.8
Knee Flexion	1.1
Ankle Dorsiflexion	1.4
PBS Score	1.5
TUG Test	1.3
Comfortable Walking Speed	1.3
Fast Walking Speed	1.1

**Table 6: Subgroup Analysis by GMFCS Level**

Outcome Measure	GMFCS Level I	GMFCS Level II	GMFCS Level III	p-value
Stride Length (cm)	$90.2 \pm 5.8$	$86.4 \pm 6.1$	$83.5 \pm 5.9$	<0.05
PBS Score	$50.1 \pm 3.5$	$47.8 \pm 3.7$	$45.2 \pm 3.9$	<0.05
Comfortable Speed (m/s)	$1.02 \pm 0.12$	$0.95 \pm 0.14$	$0.89 \pm 0.15$	<0.05

### Data Collection Procedure

Preoperative or baseline gait, balance, and walking speed measurements were taken 1–2 weeks before surgery.

Follow-up assessments were conducted 6 months and 12 months post-surgery.

All tests were administered by researchers and trained physiotherapists for consistency and reliability.

### Data Analysis

#### Statistical Analysis

Descriptive statistics (mean, standard deviation) were computed to describe the participants' characteristics and outcome measures. Repeated-measures ANOVA was performed to compare the changes in gait parameters, balance, and walking speed across the three time points. Post-hoc tests with Bonferroni correction were conducted to identify the time points' significant differences. a p-value of <0.05 was considered statistically significant.

#### Effect Size Calculation

Effect sizes (Cohen's d) were calculated to determine the outcome measure changes' size, providing an understanding of the findings' clinical significance.

### Ethical Considerations

Ethics Committee approval was obtained for the study from Mazandaran University of Medical Sciences' Emam Khomeini Hospital (Ethics Code: IR.MAZUMS.IMAMHOSPITAL.REC.1399.6937).

Written informed consent was obtained from parents or legal guardians, and assent was gained from children where feasible. All data were anonymized and stored securely to maintain participant confidentiality.

## Results

### Participant Characteristics

A total of 30 children with spastic cerebral palsy (CP) (GMFCS Levels I–III) were included in the study. The mean age of participants was  $8.2 \pm 2.1$  years, with 16 males (53.3%) and 14 females (46.7%). The distribution of GMFCS levels was as follows: Level I (n = 12, 40%), Level II (n = 10, 33.3%), and Level III (n = 8, 26.7%). Diplegic, 22 patients (73.3%; 8 GMFCS I, 8 GMFCS II, 6 GMFCS III). Hemiplegic, 8 patients (26.7%; 4 GMFCS I, 2 GMFCS II, 2 GMFCS III). All the patients were treated with tendon lengthening (n = 18, 60%) and muscle releases (n = 12, 40%). (Table 1). 12 patients had Achilles tendon lengthening and 4 patients had hamstring lengthening.

### Gait Kinematics

Improvements in gait parameters early in the course were observed postoperatively (Table 2). Stride length at 12 months post-surgery was elevated by 12.5% (p < 0.01) and cadence by 8.3% (p < 0.05) compared to baseline. All the joint angles, knee flexion, and ankle dorsiflexion were significantly improved (p < 0.01).

**Table 1: Participant Demographics and Clinical Characteristics**

Characteristic	Value (n = 30)
Age (years)	$8.2 \pm 2.1$
Gender (Male, Female)	16, 14
GMFCS Level I	12 (40%)
GMFCS Level II	10 (33.3%)
GMFCS Level III	8 (26.7%)
Surgical Procedure	
- Tendon Lengthening	18 (60%)
- Muscle Releases	12 (40%)

**Table 2: Changes in Gait Kinematics over Time**

Parameter	Baseline	6 Months Post-op	12 Months Post-op	p-value
Stride Length (cm)	$78.3 \pm 6.2$	$84.5 \pm 5.8$	$88.1 \pm 6.0$	<0.01
Cadence (steps/min)	$102.4 \pm 8.1$	$108.2 \pm 7.5$	$110.9 \pm 7.2$	<0.05
Knee Flexion	$42.5 \pm 5.3$	$38.2 \pm 4.8$	$36.0 \pm 4.5$	<0.01
Ankle Dorsiflexion	$5.2 \pm 2.1$	$8.5 \pm 1.9$	$10.1 \pm 1.8$	<0.01

Walking speed, a functional measure of clinical concern, is also reduced in these children, further limiting engagement in activities of daily living<sup>(7)</sup>. Surgical interventions attempt to alleviate these impairments by correcting musculoskeletal alignment and reducing spasticity, but the extent to which these alterations are manifested in enhanced gait, balance, and walking speed is unclear<sup>(8)</sup>.

Later work has focused attention on the potential benefits of orthopedic surgery to the correction of gait parameters and functional outcomes in children with spastic CP<sup>(9)</sup>. The data, though, are prone to be heterogenic, and with some investigations documenting large and meaningful gains in walking speed and balance, whereas others observe few or transitory changes<sup>(10)</sup>. The heterogeneity suggests that the analysis requires a multifaceted methodology with biomechanical, clinical, and functional evaluations in order to evaluate properly the impact of the surgical treatment<sup>(11,12)</sup>.

This study seeks to fill the gap through examining the effect of orthopedic surgery on walking kinematics, balance posturing, and speed walking in spastic CP children.

We seek to provide a comprehensive understanding of how surgery influences these critical aspects. The findings of this study will not only contribute to the growing evidence base regarding the outcomes of surgery but also inform clinical decision, rehabilitation planning, and long-term care management of children with spastic CP.

## Materials & Methods

### Study Design

We employed a prospective, observational cohort design to examine the effect of orthopedic surgery on postural balance and walking speed in children with spastic cerebral palsy (CP). The participants were assessed at three time points: preoperatively (baseline), 6 months post-surgery, and 12 months post-surgery. The longitudinal design allowed for the evaluation of both short- and long-term outcomes following surgery.

### Participants

Children aged 5–12 years with an established diagnosis of spastic hemiplegic and diplegic CP (GMFCS Levels I–III).

Scheduled for orthopedic intervention (tendon lengthening or muscle releases) as part of their treatment strategy.

Able to comprehend instructions and comply with them and willing to participate in gait and balance testing. Written informed assent from parent(s) or legal guardian(s).

Exclusion Criteria were included, profound cognitive or sensory impairment compromising testing, pre-existing orthopedic surgery during the previous 12 months, co-morbid conditions besides CP that could affect mobility.

30 participants were recruited from a tertiary pediatric rehabilitation clinic, and this gave a good representation of children with spastic CP.

### Surgical Procedures

Tendon Lengthening, to address contractures of the Achilles tendon and hamstrings.

Muscle Releases (Fractional lengthening), to increase joint range of motion and alignment.

The surgical plan integrated both gait analysis (kinematic/kinetic parameters) and clinical examination (Modified Tardieu Scale for spasticity, passive range of motion). Achilles lengthening was prioritized for patients with  $>10^\circ$  equinus in gait. Hamstring releases were performed if knee flexion  $>45^\circ$  persisted in mid-stance.

All procedures were performed by an orthopedic surgeons and an occupational therapist specializing in cerebral palsy, with standardized postoperative protocols.

## Outcome Measures

### Gait Kinematics

Participants walked at a self-selected speed along a 10-meter walkway, with reflective markers placed over the major anatomical landmarks. Stride length, cadence, and joint angles were derived from the gait parameters through the use of motion capture technology.

### Postural Balance

Assessed by standardized clinical tools, for example, the Pediatric Balance Scale (PBS) and the Timed Up and Go (TUG) test. The tools measured static and dynamic balance, and functional mobility.

### Walking Speed

Quantified using the 10-Meter Walk Test (10MWT), where the subjects walked at their comfortable and fast speeds. Time was recorded using a stopwatch, and speed was calculated in meters per second (m/s).

## The Impact of Orthopedic Surgery on Gait Kinematics, Postural Balance, and Walking Speed in Children with Spastic Cerebral Palsy: A Multidimensional Approach

### Abstract

**Introduction:** Spastic cerebral palsy (CP) is the most prevalent motor disability in children, defined by chronic spasticity, muscle stiffness, and motor control impairment, resulting in gait disturbances, postural instability, and decreased walking speed. Orthopedic surgery, including tendon lengthening and muscle releases, is routinely employed to rectify musculoskeletal deformities and enhance motor function. The extent to which these surgeries affect gait kinematics, postural balance, and walking speed is uncertain. The purpose of the current study was to assess the influence of orthopedic surgery on gait kinematics, postural balance, and gait speed in children with spastic CP via a multi-dimensional approach.

**Materials & Methods:** A prospective observational cohort study was carried out in 30 children (5–12 years, GMFCS Levels I–III) who were scheduled for orthopedic surgery. Participants were evaluated preoperatively and 6 and 12 months after surgery. Outcomes were gait kinematics (stride length, cadence, joint angles), postural balance (Pediatric Balance Scale [PBS], Timed Up and Go [TUG] test), and gait speed (10-Meter Walk Test [10MWT]). Data were analyzed using repeated-measures ANOVA, and effect sizes (Cohen's d) were determined.

**Results & Discussion:** At 12 months after surgery, there were significant improvements in all outcome measures. Stride length improved by 12.5% ( $p < 0.01$ ), and cadence by 8.3% ( $p < 0.05$ ). Knee flexion angle and ankle dorsiflexion angle also improved significantly ( $p < 0.01$ ). Postural balance was improved, with PBS scores rising from 42.3 to 48.7 ( $p < 0.01$ ) and TUG test times falling from 12.5 to 9.8 seconds ( $p < 0.01$ ). Walking speed was enhanced by 18.6% in comfortable speed and 15.2% in fast speed ( $p < 0.01$ ). Subgroup analysis showed greater improvement in children with GMFCS Level I compared to Levels II and III ( $p < 0.05$ ). No differences were noted between tendon lengthening and muscle releases ( $p > 0.05$ ).

**Conclusion:** Orthopedic surgery significantly improves gait kinematics, postural balance, and gait velocity in children with spastic CP, with the effects being preserved 12 months post-surgery. The findings emphasize the contribution of surgical interventions and personalized rehabilitation protocols in improving functional mobility and quality of life in these patients.

**Keywords:** Cerebral palsy, Orthopedic surgery, Gait.

Accepted: 41 days before printing

Khadijeh Kazemi, PhD<sup>1</sup>, Masoud Shayesteh Azar, MD<sup>2</sup>, Marzieh Moradi, MSc<sup>1</sup>, Meisam Nezamoddini, MSc<sup>1</sup>,  
Masoud Gharib, PhD<sup>2</sup>

1. Department of Rehabilitation Sciences, School of Allied Medical Sciences, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran.

2. Orthopedic Research Center, Mazandaran University of Medical Science, Sari, Iran.

Corresponding Author:  
Masoud Gharib, PhD  
Email address:  
Gharib\_masoud@yahoo.com

### Introduction

The most common motor childhood disability is spastic cerebral palsy (CP), which is typified by chronic spasticity, stiffness of the muscles, and compromised motor control<sup>(1)</sup>. These neurologic impairments often result in serious gait deformities, postural instability, and slowed walking speed, substantially impacting the functional mobility and quality of life for these children<sup>(2)</sup>. Orthopedic surgical techniques, such as tendon lengthening, or muscle releases, are most often employed to correct musculoskeletal deformity and improve motor function<sup>(3)</sup>. However, the relationship among these operations and their influence on gait kinematics, postural balance, and walking speed is a focus of research<sup>(4)</sup>.

Gait deviation in spastic CP children is typically defined by hyperextension of the knee, equines foot position, and internal rotation of the hip, leading to less efficient and energy-wasting gait patterns<sup>(5)</sup>. Postural balance, which is a significant component of functional mobility, is usually compromised by impaired proprioception and muscle coordination<sup>(6)</sup>.

- 12 Klotzbuecher CM, Ross PD, Landsman PB, Abbott III TA, Berger M. Patients with prior fractures have an increased risk of future fractures: a summary of the literature and statistical synthesis. *Journal of bone and mineral research*. 2000;15(4):721-739. DOI: 10.1359/jbmr.2000.15.4.721
- 13 Okkaoglu MC, Ozdemir E, Yaradilmis U, Altay M. Is radiographic osteoporotic hip morphology a predictor for high mortality following intertrochanteric femur fractures?: osteoporotic hip morphology & mortality. *Injury*. 2022;53(6):2184-2188. DOI: 10.1016/j.injury.2021.01.033
- 14 Ha YC, Cha Y, Yoo JI, Lee J, Lee YK, Koo KH. Effect of dementia on postoperative mortality in elderly patients with hip fracture. *Journal of Korean medical science*. 2021;36(38):e238. DOI: 10.3346/jkms.2021.36.e238
- 15 AbuAlrob H, Afeef VM, Shurman A, Shulkin A, Azizudin A, Hillier L, Ioannidis G, Thabane L, Griffith LE, Costa AP, Papaioannou A. Scoping review exploring the impact of hip fracture in older adults with cognitive impairment or dementia. *BMJ open*. 2025;15(4):e093893. DOI: 10.1136/bmjopen-2024-093893
- 16 Seitz DP, Adunuri N, Gill SS, Rochon PA. Prevalence of dementia and cognitive impairment among older adults with hip fractures. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2011;12(8):556-564. DOI: 10.1016/j.jamda.2010.12.001
- 17 Givens JL, Sanft TB, Marcantonio ER. Functional recovery after hip fracture: the combined effects of depressive symptoms, cognitive impairment, and delirium. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2008;56(6):1075-1079. DOI: 10.1111/j.1532-5415.2008.01711.x
- 18 Bell JJ, Pulle RC, Crouch AM, Kuys SS, Ferrier RL, Whitehouse SL. Impact of malnutrition on 12-month mortality following acute hip fracture. *ANZ journal of surgery*. 2016;86(3):157-161. DOI: 10.1111/ans.13429
- 19 Olof WO, Mukka S, Ekelund J, Rogmark C, Möller M, Hailer NP. Increased mortality after intramedullary nailing of trochanteric fractures: a comparison of sliding hip screws with nails in 19,935 patients. *Acta Orthopaedica*. 2022;93:146-150. DOI: 10.2340/17453674.2021.862
- 20 López-Hualda A, Arruti-Pérez E, Bebea-Zamorano FN, Sosa-Reina MD, Villafañe JH, Martínez-Martin J. Morbidity and mortality analysis in the treatment of intertrochanteric hip fracture with two fixation systems: dynamic hip screw (DHS) or trochanteric fixation nail advance (TFNA). *Geriatrics*. 2023;8(3):66. DOI: 10.3390/geriatrics8030066
- 21 Chang W, Lv H, Feng C, et al. Preventable risk factors of mortality after hip fracture surgery: systematic review and meta-analysis. *Int J Surg*. 2018;52:320-328. DOI:10.1016/j.ijssu.2018.02.061 8.
- 22 Simunovic N, Devereaux PJ, Sprague S, Guyatt GH, Schemitsch E, DeBeer J, Bhandari M. Effect of early surgery after hip fracture on mortality and complications: systematic review and meta-analysis. *Cmaj*. 2010;182(15):1609-1616. DOI: 10.1503/cmaj.092220
- 23 Taoka T, Ohmori T, Kanazawa T, Toda K, Ishihara T, Ito Y. Delayed surgery after hip fracture affects the incidence of venous thromboembolism. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 2023;18(1):630. DOI: 10.1186/s13018-023-04122-8
- 24 Babagoli M, Ghaseminejad Raeini A, Sheykhvatan M, Baghdadi S, Shafiei SH. Influencing factors on morbidity and mortality in intertrochanteric fractures. *Scientific Reports*. 2023;13(1):12090. DOI: 10.1038/s41598-023-38667-9

appropriated to fracture type and clinical condition of patient. Future studies should focus on key factors such as surgical timing, fracture severity, and patient condition to evaluate the effects of different surgical approaches on mortality and subsequent complications.

The present study also demonstrated that surgical delay was significantly associated with increased mortality. The mean interval in the deceased group exceeded seven days, compared with approximately four days in the surviving group. Similarly, Chang et al. reported that surgery delayed beyond two days increased mortality risk<sup>(21)</sup>, potentially due to preoperative complications such as pressure ulcers, respiratory infections, and venous thromboembolism<sup>(22,23)</sup>.

Finally, in the present study, hypertension was significantly associated with mortality, whereas diabetes, alcohol consumption, smoking, and corticosteroid use were not. Babagoli et al. similarly reported that hypertension significantly increased both in-hospital and long-term mortality, whereas diabetes was only associated with long-term mortality without a significant effect on in-hospital mortality<sup>(24)</sup>.

The limitations of the present study are single-center, retrospective and short-term study. Additionally, certain clinical data, such as the severity of comorbidities and nutritional indices, were not available. Furthermore, the choice of surgical method (DHS versus non-DHS) may have been influenced by different factors like; fracture severity, surgeon expertise, or hospital resources, which could not be controlled due to the retrospective study design.

## Conclusion

The findings of this study indicate that advanced age, osteoporosis, a history of fractures, cognitive disorders, surgical delay, and the type of surgical procedure are independent risk factors for mortality following intertrochanteric fracture surgery. Accordingly, the development of risk-based treatment protocols for elderly patients—particularly taking into account their cognitive and bone health status—may help reduce mortality and improve treatment outcomes. Additionally, ensuring timely surgical intervention and selecting the appropriate surgical technique play a key role in enhancing clinical outcomes.

## References

- 1 Ghasemi F, Esmaeilnejad-Ganji SM, Manafi Rasi A, Afzal S, Baroutkoub M, Tavassoli M. Evaluation of quality of life and associated factors in patients with intertrochanteric femoral fracture. *Plos one*. 2023;18(11):e0293686. DOI: 10.1371/journal.pone.0293686.
- 2 Seong YJ, Jang JH, Jeon SB, Moon NH. Characteristics and surgical outcomes of intertrochanteric or subtrochanteric fractures associated with ipsilateral femoral shaft fractures treated with closed intramedullary nailing: a review of 31 consecutive cases over four years at a single institution. *Hip & Pelvis*. 2019;31(4):190-199. DOI: 10.5371/hp.2019.31.4.190
- 3 Nasab SA, Khorramdin E. The assessment of mortality and quality of life after intertrochanteric fracture of femur in patients older than 60 at Emam Khomeini Hospital of Ahvaz. *Pakistan journal of medical sciences*. 2017;33(4):895-898. DOI: 10.12669/pjms.334.13146.
- 4 Karagiannis A, Papakitsou E, Dretakis K, Galanos A, Megas P, Lambiris E, Lyritis GP. Mortality rates of patients with a hip fracture in a southwestern district of Greece: ten-year follow-up with reference to the type of fracture. *Calcified tissue international*. 2006;78:72-77. DOI: 10.1007/s00223-005-0169-6.
- 5 Schnell S, Friedman SM, Mendelson DA, Bingham KW, Kates SL. The 1-year mortality of patients treated in a hip fracture program for elders. *Geriatric orthopaedic surgery & rehabilitation*. 2010;1(1):6-14. DOI: 10.1177/2151458510378105
- 6 Zhao F, Wang X, Dou Y, Wang H, Zhang Y. Analysis of risk factors for perioperative mortality in elderly patients with intertrochanteric fracture. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*. 2019;29(1):59-63. DOI: 10.1007/s00590-018-2285-9
- 7 Kim JW, Kim DH, Jang EC, Lee YK, Koo KH, Ha YC. Mortality and its risk factors in nonagenarians after hip fractures. *Journal of orthopaedic science*. 2019;24(5):850-854. DOI: 10.1016/j.jos.2019.02.019
- 8 Hu F, Jiang C, Shen J, Tang P, Wang Y. Preoperative predictors for mortality following hip fracture surgery: a systematic review and meta-analysis. *Injury*. 2012;43(6):676-685. DOI: 10.1016/j.injury.2011.05.017
- 9 Gruber R, Koch H, Doll BA, Tegtmeier F, Einhorn TA, Hollinger JO. Fracture healing in the elderly patient. *Experimental gerontology*. 2006;41(11):1080-1093. DOI: 10.1016/j.exger.2006.09.008
- 10 Barceló M, Francia E, Romero C, Ruiz D, Casademont J, Torres OH. Hip fractures in the oldest old. Comparative study of centenarians and nonagenarians and mortality risk factors. *Injury*. 2018;49(12):2198-2202. DOI: 10.1016/j.injury.2018.09.043
- 11 Schemitsch E, Adachi JD, Brown JP, Tarride JE, Burke N, Oliveira T, Slatkowska L. Hip fracture predicts subsequent hip fracture: a retrospective observational study to support a call to early hip fracture prevention efforts in post-fracture patients. *Osteoporosis International*. 2022;33(1):113-122. DOI: 10.1007/s00198-021-06080-5

**Table 3: Logistic Regression for Predicting Mortality Following Intertrochanteric Fracture Surgery**

Variable	Beta Coefficient	P-value	Odds Ratio (OR)	95% Confidence Interval (Lower – Upper)
Age (per year increase)	0.040	0.006	1.041	1.011 – 1.071
Sex (female vs. male)	0.447	0.334	1.563	0.631 – 3.869
History of fracture	1.329	0.007	3.779	1.436 – 9.944
Osteoporosis	1.724	0.001	5.606	1.994 – 15.761
History of falls	0.562	0.521	1.754	0.315 – 9.759
Corticosteroid use	0.451	0.578	1.570	0.321 – 7.681
Hypertension	0.276	0.551	1.317	0.532 – 3.259
Cognitive disorders	1.511	0.019	4.529	1.279 – 16.047
Type of surgery (Non-DHS vs. DHS)	1.680	0.002	5.367	1.882 – 15.308
Constant	0.000	0.001	-6.936	—

DHS = Dynamic Hip Screw.

## Discussion

The present study was conducted to examine the mortality rate and associated factors in patients with intertrochanteric fractures. In this short-term follow-up, the mortality rate was 16.3%. The findings indicated that advanced age, a history of prior fractures, osteoporosis, the presence of cognitive disorders, type of surgery, and delayed surgical intervention were significantly associated with patient mortality. The impact of each of these factors is analyzed below based on the current study and similar investigations.

The mean age of deceased patients in this study was significantly higher than that of survivors. The same results was reported by Kim et al., who documented a two-year mortality rate of 40.6% in patients over 90 years of age<sup>(7)</sup>. This underscores the pivotal role of age in prognosis following hip fracture. Numerous studies have identified older age as an independent risk factor for mortality, due to reduced physiological reserve, multiple chronic comorbidities, and diminished tissue repair capacity<sup>(8,9)</sup>.

History of prior fractures were significantly more represented in the deceased group, and regression analysis revealed that this factor increased the risk of mortality by 72%. Similarly, Barceló et al. reported that multiple comorbidities, including previous fractures, constitute significant mortality risk factors in elderly patients<sup>(10)</sup>. Recurrent fractures may indicate advanced osteoporosis, poor balance, and overall functional decline, all of which contribute to worse outcomes<sup>(11,12)</sup>.

The role of osteoporosis in elevating mortality risk was particularly notable in this study, increasing the

risk by 75%. Okkaoglu et al. similarly identified osteoporosis as one of the most important predictors of mortality in intertrochanteric fractures<sup>(13)</sup>. Additionally, the presence of cognitive disorders, such as dementia, was associated with a 68% increase in mortality risk. This aligns with findings from Ha YC et al. and AbuAlrob et al., who reported higher post-hip fracture surgical mortality among patients with cognitive impairment<sup>(14,15)</sup>. The elevated mortality may result from reduced patient compliance in rehabilitation, increased risk of immobility-related pneumonia, and malnutrition<sup>(16–18)</sup>.

In the present study, the use of non-DHS surgical methods was significantly associated with increased mortality, and regression analysis indicated a nearly seven-fold higher risk of death. This finding is consistent with Olof et al., who evaluated 19,935 patients over 60 years old with intertrochanteric fractures, showing that intramedullary nailing compared to hip screw fixation was associated with a significantly higher postoperative mortality in 30 days<sup>(19)</sup>.

However, López-Hualda et al., who compared DHS and trochanteric fixation nail advanced (TFNA) in 152 patients, reported that although mortality was higher in the DHS group, this difference was not solely attributable to implant type; rather, longer surgical delays in this group likely played a key role in increased mortality<sup>(20)</sup>.

These findings emphasize the importance of timely surgery as a determinant of survival in patients with intertrochanteric fractures. Variations among studies may be attributable to differences in patient characteristics, fracture severity, surgical method selection, and postoperative management. Therefore, the choice of surgical technique should be

and 51.35% vs. 16.32%;  $p = 0.014$  and  $p = 0.001$ , respectively).

Furthermore, a history of cognitive disorders was more prevalent among deceased patients compared to survivors (18.92% vs. 4.21%;  $p < 0.001$ ), and a history of prior fracture was also significantly higher in the deceased group (43.2% vs. 14.74%;  $p = 0.042$ ). No significant differences were observed between the two groups with respect to smoking ( $p = 0.238$ ), alcohol consumption ( $p = 0.442$ ), and diabetes ( $p = 0.780$ ). Finally, Dynamic Hip Screw (DHS) fixation was significantly more common in the surviving group than in the deceased group (47.37% vs. 29.73%;  $p < 0.001$ ), indicating that survivors were more frequently treated with DHS, whereas non-DHS surgical procedures were more common in the deceased group.

The overall mean interval between admission and surgery was  $4.57 \pm 3.13$  days; however, this interval was significantly longer in the deceased group ( $7.41 \pm 4.17$  days) compared with the surviving group ( $4.02 \pm 2.56$  days;  $p < 0.001$ ). The results of the logistic

regression analysis for predicting mortality after intertrochanteric fracture surgery are presented in Table 3. Age was significantly associated with mortality, with each additional year increasing the odds of death by approximately 4% ( $OR = 1.04$ ,  $p = 0.006$ ). Sex (female vs. male) was not significantly associated with mortality ( $OR = 1.56$ ,  $p = 0.334$ ). A history of previous fracture significantly increased the risk of mortality by about 3.8 times ( $OR = 3.77$ ,  $p = 0.007$ ), and osteoporosis was associated with more than a fivefold increase in mortality risk ( $OR = 5.60$ ,  $p = 0.001$ ).

Cognitive disorders were also significantly associated with a 4.5-fold higher risk of mortality ( $OR = 4.53$ ,  $p = 0.019$ ). Although corticosteroid use ( $OR = 1.57$ ,  $p = 0.578$ ) and a history of falls ( $OR = 1.75$ ,  $p = 0.521$ ) were associated with an increased risk of death, these associations were not statistically significant. Finally, undergoing a non-DHS surgical procedure was significantly associated with a more than fivefold increase in the odds of mortality compared with DHS fixation ( $OR = 5.36$ ,  $p = 0.002$ ).

**Table 2: Potential Mortality-Related Factors in Two Groups**

Variable	Survived (n = 190)	Deceased (n = 37)	P-value
Age (years)	$63.03 \pm 21.87$	$75.38 \pm 14.00$	<0.001
Male	118 (62.11%)	15 (40.54%)	0.015
Female	72 (37.89%)	22 (59.46%)	
Hypertension	49 (25.79%) Yes 141 (74.21%) No	17 (45.95%) Yes 20 (54.05%) No	0.014
Diabetes	62 (32.63%) Yes 128 (67.37%) No	13 (35.14%) Yes 24 (64.86%) No	0.780
Osteoporosis	31 (16.32%) Yes 159 (83.68%) No	19 (51.35%) Yes 18 (48.65%) No	<0.001
Cognitive disorders	8 (4.21%) Yes 182 (95.79%) No	7 (18.92%) Yes 30 (81.08%) No	0.001
History of fracture	28 (14.74%) Yes 162 (85.26%) No	16 (43.24%) Yes 21 (56.76%) No	<0.001
Corticosteroid use	9 (4.74%) Yes 181 (95.26%) No	5 (13.51%) Yes 32 (86.49%) No	0.042
Smoking	42 (22.11%) Yes 148 (77.89%) No	5 (13.51%) Yes 32 (86.49%) No	0.238
Alcohol consumption	3 (1.58%) Yes 187 (98.42%) No	0 (0.00%) Yes 37 (100%) No	0.442
History of falls	7 (3.68%) Yes 183 (96.32%) No	5 (13.51%) Yes 32 (86.49%) No	0.015
Type of surgery	90 (47.37%) DHS 100 (52.63%) Non-DHS	11 (29.73%) DHS 26 (70.27%) Non-DHS	0.048
Interval between admission and surgery (days)	$4.02 \pm 2.56$	$7.41 \pm 4.17$	<0.001

DHS = Dynamic Hip Screw.

**Table 1: Demographic and Clinical Characteristics of Patients with Intertrochanteric Fracture (n = 227)**

Sex* (No. of patients)	Male: 133 (58.59%) Female: 94 (41.41%)
Hospital of admission* (No. of patients)	Bu-Ali: 101 (44.49%) Imam Khomeini: 126 (55.51%)
Age (years)**	65.04 ± 21.26
History of prior fracture* (No. of patients)	44 (19.38%)
Osteoporosis* (No. of patients)	50 (22.03%)
History of falls* (No. of patients)	12 (5.29%)
History of hypertension* (No. of patients)	66 (29.07%)
History of diabetes* (No. of patients)	75 (33.04%)
History of Parkinson's disease* (No. of patients)	3 (1.32%)
History of other cognitive disorders* (No. of patients)	15 (6.61%)
Corticosteroid use* (No. of patients)	14 (6.17%)
Smoking* (No. of patients)	47 (20.70%)
Alcohol consumption* (No. of patients)	3 (1.32%)
Type of surgical device* (No. of patients)	DHS: 101 (44.49%) Non-DHS: 126 (55.51%)
Interval between admission and surgery (days)**	4.57 ± 3.13

\* Data reported as number (percentage). \*\* Data reported as mean ± standard deviation. DHS = Dynamic Hip Screw.



**Figure 1: Preoperative and postoperative radiographs of DHS fixation**

### Comparison of Potential Mortality-Related Factors

The comparison of potential factors associated with mortality between the two groups is presented in Table 2. The overall mortality rate in this study was

16.3% (37 patients). The mean age of the deceased group was significantly higher compared to the surviving group (75.38 years vs. 63.03 years;  $p < 0.001$ ). A history of hypertension and osteoporosis was also significantly more frequent in the deceased group compared with survivors (45.95% vs. 25.79%

Considering the high prevalence of these fractures, their substantial clinical and economic burden on healthcare systems, and the contradictory findings reported in earlier research, the present study was designed as a retrospective investigation to assess the one-year mortality rate in patients undergoing surgery for intertrochanteric femoral fractures and to explore the factors associated with it.

## Materials & Methods

This study was a retrospective descriptive-analytical investigation conducted to assess the one-year mortality rate and its associated factors among patients with intertrochanteric femoral fractures who underwent surgical intervention during the period 2017–2018 (1396–1397 in the Iranian calendar). The study population included all patients admitted with a diagnosis of intertrochanteric fracture to Imam Khomeini and Bu-Ali Hospitals in Sari during this time frame. Based on archived medical records, the initial number of eligible patients was estimated to be approximately 340.

Patients were included if they met the following criteria:

1. Diagnosis of intertrochanteric femoral fracture based on plain radiography and confirmation by an orthopedic specialist;
2. Undergoing surgical intervention for fracture management;
3. Availability of complete demographic and clinical data in the medical record (including history of prior fracture, osteoporosis, falls, diabetes, Parkinson's disease, cognitive impairment, corticosteroid use, smoking, and alcohol consumption);
4. Possibility of follow-up regarding survival or death through telephone contact with the patient or their family.

Exclusion criteria were as follows: patients who did not undergo surgery, had incomplete medical records, were not traceable for survival/death status, or suffered from severe unrelated chronic illnesses (e.g., metastatic cancer or advanced organ failure) that could bias mortality outcomes.

After applying these criteria, 227 patients out of the initial 340 were included in the final analysis. Sampling was performed using a census approach,

and data were extracted from archived patient records. Demographic variables (age, sex) and clinical data (history of prior fracture, osteoporosis, falls, diabetes, Parkinson's disease, cognitive impairment, corticosteroid use, smoking, alcohol consumption, time interval between fracture occurrence and surgery, and type of surgical intervention) were collected. Additionally, treatment-related information (medical record number, contact number, admission date, discharge date, and other clinical characteristics) was documented.

To determine final outcomes, follow-up telephone calls were conducted with the patients themselves or their family members. In the case of survival, after obtaining verbal informed consent, supplementary data were gathered. In the case of death, the date and probable cause of death (if available) were recorded based on medical documentation or family report.

Data were entered into STATA statistical software. Continuous variables were described as mean  $\pm$  standard deviation and analyzed using Student's *t*-test. Categorical variables were presented as frequency (percentage) and analyzed using the Chi-square test. Logistic regression modeling was employed to identify independent predictors of mortality.

This study adhered to ethical principles of research, including confidentiality of patient information and obtaining informed consent from participants (if alive) or their family members. The study protocol was also approved by the Ethics Committee of Mazandaran University of Medical Sciences.

## Results

In this study, 227 eligible patients with intertrochanteric fracture were included in the final analysis. Demographic characteristics showed that 58.59% of the patients were male and 41.41% were female. The mean age of patients was 65.04 years ( $\pm 21.26$ ), reflecting a wide age range from 25 to 99 years.

The mean interval between fracture occurrence and surgical intervention was 4.57 days ( $\pm 3.13$ ). Furthermore, 6.17% of patients had a history of corticosteroid use, 5.29% had a history of falls, and 19.38% reported a prior fracture (Table 1). In addition, 55.1% of patients underwent a surgical procedure other than DHS fixation (Figure 1).

## Mortality Rate Following Intertrochanteric Fracture Surgery in One Year: A Retrospective Study

### Abstract

**Introduction:** Intertrochanteric femoral fractures are common and can be associated with significant complications and mortality. This study aimed to assess the mortality rate and related factors in patients undergoing surgical treatment for intertrochanteric fractures.

**Materials & Methods:** This retrospective descriptive-analytical study included patients with intertrochanteric hip fracture who underwent surgery between 2017 and 2018 in a teaching hospital. The demographic data were collected from patients' records, with specific attention to age, osteoporosis, previous fracture history, cognitive disorders, hypertension, delay in surgery, and the type of fixation implant. Mortality status was assessed through follow-up phone calls. Data were analyzed using STATA software and logistic regression analysis.

**Results & Discussion:** 227 cases within one year were studied. The overall mortality rate was 16.3%. In the deceased ( $p < 0.05$ ). Logistic regression revealed that advanced age, osteoporosis, previous fracture history, cognitive disorders, history of falling, surgical delay, and type of surgery were independent predictors of mortality ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** Postoperative mortality following intertrochanteric fracture surgery is influenced by a range of clinical and modifiable factors. Timely selection of an appropriate surgical method and identification of high-risk patients can play a significant role in improving treatment outcomes.

**Keywords:** Intertrochanteric fractures, Mortality, Risk factors.

Accepted: 39 days before printing

Shahin Talebi, MD<sup>1</sup>, Masoud Shayesteh Azar, MD<sup>2</sup>, Salman Ghaffari, MD<sup>2</sup>, Mehran Razavipour, MD<sup>2</sup>,  
Abdulrasool Alaei, MD<sup>2</sup>, Reza Zandi, MD<sup>1</sup>, Hasan Heidarian, MD<sup>3</sup>

1. Musculoskeletal Disorders Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

2. Orthopedic Research Center, Faculty of Medicine, Mazandaran University of Medical Science, Sari, Iran.

3. Student Research Committee, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran.

### Introduction

Intertrochanteric fractures of the femur are among the most common types of hip fractures in the elderly, particularly in patients with osteoporosis, and are associated with a considerable rate of mortality and functional disability<sup>(1)</sup>. These fractures involve the region between the greater trochanter (the attachment site for muscles such as the gluteus medius, gluteus minimus, and piriformis) and the lesser trochanter (the insertion site of the iliopsoas muscle, the primary flexor of the hip joint)<sup>(2,3)</sup>.

The clinical significance of these fractures lies in their postoperative complications and their impact on patients' quality of life, particularly among older adults. Statistics indicate that the one-year mortality rate following surgery for intertrochanteric fractures ranges between 20% and 30%, which is higher compared to other types of hip fractures<sup>(4,5)</sup>. Given the increasing trend of population aging and the high prevalence of osteoporosis, early prediction and timely intervention in the management of these fractures play a crucial role in reducing mortality.

Previous studies have identified multiple independent predictors of mortality following surgery for intertrochanteric fractures, including advanced age, pre- and postoperative activity level, type of anesthesia, presence of comorbidities, and the time interval between the occurrence of fracture and surgical intervention<sup>(6)</sup>. However, many of these prior studies have been limited by small sample sizes, inappropriate study designs, or inadequate control of confounding variables.

Corresponding Author:  
Hasan Heidarian, MD  
Email address:  
Hhg1374@gmail.com

- 19 Cram P, Yan L, Bohm E, Kuzyk P, Lix LM, Morin SN, et al. Trends in operative and nonoperative hip fracture management 1990–2014: a longitudinal analysis of Manitoba administrative data. *J Am Geriatr Soc.* 2017;65(1):27-34. <https://doi.org/10.1111/jgs.14538>
- 20 Rogmark C, Leonardsson O. Hip arthroplasty for the treatment of displaced fractures of the femoral neck in elderly patients. *Bone Joint J.* 2016;98(3):291-297. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.98B3.36515>
- 21 Pal CP, Dinkar K, Mittal V, Goyal A, Singh M, Hussain A. Role of bipolar hemiarthroplasty and total hip arthroplasty in unstable intertrochanteric fracture femur. *J Orthop Allied Sci.* 2016;4(2):69-74. DOI: 10.4103/2319-2585.193844
- 22 Kim YT, Yoo J-H, Kim MK, Kim S, Hwang J. Dual mobility hip arthroplasty provides better outcomes compared to hemiarthroplasty for displaced femoral neck fractures: a retrospective comparative clinical study. *Int Orthop.* 2018;42:1241-1246. <https://doi.org/10.1007/s00264-018-3767-4>
- 23 Zhao Y, Fu D, Chen K, Li G, Cai Z, Shi Y, et al. Outcome of hemiarthroplasty and total hip replacement for active elderly patients with displaced femoral neck fractures: a meta-analysis of 8 randomized clinical trials. *PLoS One.* 2014;9(5):e98071. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098071>
- 24 Chhabra SS, Gupta U, Gupta S. Functional outcome of bipolar hemiarthroplasty in fracture neck of femur. *Int J Orthop.* 2020;6(3):32-36. DOI: 10.22271/ortho.2020.v6.i3a.2173
- 25 Cadossi M, Chiarello E, Savarino L, Tedesco G, Baldini N, Faldini C, et al. A comparison of hemiarthroplasty with a novel polycarbonate-urethane acetabular component for displaced intracapsular fractures of the femoral neck: a randomized controlled trial in elderly patients. *Bone Joint J.* 2013;95(5):609-615. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.95B5.31083>
- 26 Hedbeck CJ, Enocson A, Lapidus G, Blomfeldt R, Törnkvist H, Ponzer S, et al. Comparison of bipolar hemiarthroplasty with total hip arthroplasty for displaced femoral neck fractures: a concise four-year follow-up of a randomized trial. *JBJS.* 2011;93(5):445-450. DOI: 10.2106/JBJS.J.00474
- 27 Avery P, Baker R, Walton M, Rooker J, Squires B, Gargan M, et al. Total hip replacement and hemiarthroplasty in mobile, independent patients with a displaced intracapsular fracture of the femoral neck: a seven- to ten-year follow-up report of a prospective randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Br.* 2011;93(8):1045-1048. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.93B8.27132>
- 28 Shukla R, Singh M, Jain R, Mahajan P, Kumar R. Functional outcome of bipolar prosthesis versus total hip replacement in the treatment of femoral neck fracture in elderly patients. *Malays Orthop J.* 2017;11(1):1-5. <https://doi.org/10.5704/MOJ.1703.002>
- 29 Sharma V, Awasthi B, Kumar K, Kohli N, Katoch P. Outcome analysis of hemiarthroplasty vs. total hip replacement in displaced femoral neck fractures in the elderly. *J Clin Diagn Res.* 2016;10(5):RC11.
- 30 Sonaje JC, Meena PK, Bansiwala RC, Bobade SS. Comparison of functional outcome of bipolar hip arthroplasty and total hip replacement in displaced femoral neck fractures in elderly in a developing country: a 2-year prospective study. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2018;28:493-498. <https://doi.org/10.1007/s00590-017-2057-y>
- 31 Macaulay W, Nellans KW, Garvin KL, Iorio R, Healy WL, Rosenwasser MP, et al. Prospective randomized clinical trial comparing hemiarthroplasty to total hip arthroplasty in the treatment of displaced femoral neck fractures: winner of the Dorr Award. *J Arthroplasty.* 2008;23(6):2-8. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2008.05.013>
- 32 Fahad S, Khan MZN, Aqueel T, Hashmi P. Comparison of bipolar hemiarthroplasty and total hip arthroplasty with dual mobility cup in the treatment of old active patients with displaced neck of femur fracture: A retrospective cohort study. *Ann Med Surg.* 2019;45:62-65. DOI: 10.1016/j.amsu.2019.07.025
- 33 Marya S, Thukral R, Singh C. Prosthetic replacement in femoral neck fracture in the elderly: Results and review of the literature. *Indian J Orthop.* 2008;42(1):61-67. <https://doi.org/10.4103/0019-5413.38583>
- 34 Keating J, Grant A, Masson M, Scott NW, Forbes J. Displaced intracapsular hip fractures in fit, older people: a randomised comparison of reduction and fixation, bipolar hemiarthroplasty and total hip arthroplasty. *Health Technol Assess.* 2005;9(41):1-65. <https://doi.org/10.3310/hta9410>

Although hemiarthroplasty has shown advantages in previous studies, such as shorter surgical time and less blood loss, it may have complications like polyethylene liner dislocation and acetabular erosion, which in the long term may necessitate conversion to total hip arthroplasty<sup>(33,34)</sup>. Evaluating hip function during follow-up after bipolar hemiarthroplasty is an important aspect and requires attention. Erosion of acetabulum after hemiarthroplasty could be a reason for poor long-term functional outcomes in these patients<sup>(29)</sup>.

## Conclusion

In the present study, the majority of individuals over 60 years old with fractures were elderly women with a prevalence of 55%. Based on the Harris Hip Score classification, 55.6% of individuals over 60 years old had poor function, 33.3% had relatively good function, and 11.1% had good function. These ratios were 85%, 7.5%, and 7.5%, respectively, in individuals aged 60 years or younger. None of the patients were able to achieve an excellent functional score. Therefore, the present study could not observe a satisfactory functional outcome after bipolar hemiarthroplasty among the population under investigation in the long term. Therefore, evaluating hip function in patients undergoing bipolar hemiarthroplasty in the long term is an important issue that requires further investigation. Wear of the acetabular component following hemiarthroplasty may be a potential cause of relatively poor long-term outcomes in patients undergoing hemiarthroplasty.

## References

- 1 Poole KE, Skingle L, Gee AH, Turmezei TD, Johannesdottir F, Blesic K, et al. Focal osteoporosis defects play a key role in hip fracture. *Bone*. 2017;94:124-134. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2016.10.020>
- 2 Metcalfe D. The pathophysiology of osteoporotic hip fracture. *McGill Journal of Medicine*. 2008;11(1):51-57. PMID: 18523524; PMCID: PMC2322920.
- 3 Ip T, Leung J, Kung A. Management of osteoporosis in patients hospitalized for hip fractures. *Osteoporos Int*. 2010;21:605-614. <https://doi.org/10.1007/s00198-010-1398-8>
- 4 Majumdar S, Lier D, Hanley D, Juby A, Beaupre L, Team S-P. Economic evaluation of a population-based osteoporosis intervention for outpatients with non-traumatic non-hip fractures: the "Catch a Break" FLS. *Osteoporos Int*. 2017;28:1965-1977. <https://doi.org/10.1007/s00198-017-3986-3>
- 5 Mehra T, Moos RM, Seifert B, Bopp M, Senn O, Simmen H-P, et al. Impact of structural and economic factors on hospitalization costs, inpatient mortality, and treatment type of traumatic hip fractures in Switzerland. *Arch Osteoporos*. 2017;12(7):1-11. <https://doi.org/10.1007/s11657-016-0302-3>
- 6 Guy P, Sobolev B, Sheehan KJ, Kuramoto L, Lefavre KA. The burden of second hip fractures: 15 provincial surgical hospitalizations over years. *Can J Surg*. 2017;60(2):101-107. DOI: 10.1503/cjs.008616
- 7 Rosengren B, Björk J, Cooper C, Abrahamsen B. Recent hip fracture trends in Sweden and Denmark with age-period-cohort effects. *Osteoporos Int*. 2017;28:139-149. <https://doi.org/10.1007/s00198-016-3768-3>
- 8 Campbell W, Canale S, Beaty J. *Campbell's operative orthopaedics*. Philadelphia, PA: Mosby Elsevier; 2008;11:2825-2872.
- 9 Prokopetz JJ, Losina E, Bliss RL, Wright J, Baron JA, Katz JN. Risk factors for revision of primary total hip arthroplasty: a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord*. 2012;13(251):1-13. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-13-251>
- 10 Mont MA, SC PRJAM. Hip arthroplasty. *Lancet*. 2012;380(9855):1768-1777.
- 11 Kim Y-H, Oh S-H, Kim J-S, Koo K-H. Contemporary total hip arthroplasty with and without cement in patients with osteonecrosis of the femoral head. *JBJS*. 2003;85(4):675-681.
- 12 Ye C-Y, Liu A, Xu M-Y, Nonso NS, He R-X. Arthroplasty versus internal fixation for displaced intracapsular femoral neck fracture in the elderly: systematic review and meta-analysis of short- and long-term effectiveness. *Chin Med J*. 2016;129(21):2630-2638.
- 13 Kurtz S, Mowat F, Ong K, Chan N, Lau E, Halpern M. Prevalence of primary and revision total hip and knee arthroplasty in the United States from 1990 through 2002. *JBJS*. 2005;87(7):1487-1497. DOI: 10.2106/JBJS.D.02441
- 14 Morrey BF. Short-stemmed uncemented femoral component for primary hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1989;249:169-175.
- 15 Tol M, Van Den Bekerom M, Sierevelt I, Hilverdink E, Raaymakers E, Goslings J. Hemiarthroplasty or total hip arthroplasty for the treatment of a displaced intracapsular fracture in active elderly patients: 12-year follow-up of randomized trial. *Bone Joint J*. 2017;99(2):250-254. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.99B2.BJJ-2016-0479.R1>
- 16 Liodakis E, Antoniou J, Zukor DJ, Huk OL, Epure LM, Bergeron SG. Major complications and transfusion rates after hemiarthroplasty and total hip arthroplasty for femoral neck fractures. *J Arthroplasty*. 2016;31(9):2008-2012. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2016.02.019>
- 17 Bishop J, Yang A, Githens M, Sox AH. Evaluation of contemporary trends in femoral neck fracture management reveals discrepancies in treatment. *Geriatr Orthop Surg Rehabil*. 2016;7(3):135-141. <https://doi.org/10.1177/2151458516658328>
- 18 Lim JW, Ng G, Jenkins R, Ridley D, Jariwala A, Sripada S. Total hip replacement for neck of femur fracture: Comparing outcomes with matched elective cohort. *Injury*. 2016;47(10):2144-2148. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2016.07.019>

The first reason for the difference between the two studies was the variation in age, 72.42 years in our study and 67.2 years in Chhabra et al. study<sup>(24)</sup>. As observed in the present study, the Harris Hip Score has a significant negative correlation with age. Therefore, one reason for the higher functional scores in Chhabra et al.'s study may be related to the younger age of their study population.

Another difference between the two studies was the maximum follow-up duration: Chhabra et al. followed patients for 6 months<sup>(24)</sup>, while in the present study, patients were followed for an average of approximately 4 years (ranging from 9 to 93 months). The Harris Hip Score is one of the most important tools for assessing the quality of life after femoral neck fracture surgery, but it changes over time. Therefore, the timing of assessment is particularly important, especially in hemiarthroplasty cases. For example, Zhao et al., in their meta-analysis comparing three independent studies, concluded that hip function peaks about one year after surgery<sup>(23)</sup>.

Cadossi et al. noted that between 3 months and 3 years postoperatively, the Harris Hip Score tends to shift in favor of total hip arthroplasty compared to hemiarthroplasty, and the dominance of total hip arthroplasty becomes increasingly evident<sup>(25)</sup>. Similar results were reported by Hedbeck et al. with comparable follow-up duration<sup>(26)</sup>. The present study had the same results of Cadossi et al. and Hedbeck et al., confirming a decline in Harris Hip Scores in patients undergoing bipolar hemiarthroplasty over the long term.

Avery et al. also reported a decrease in hip functional scores in both hemiarthroplasty and total hip arthroplasty groups between 3 and 9 years after surgery<sup>(27)</sup>.

Shukla et al. has compared the functional outcomes of bipolar prosthesis versus total hip replacement in the treatment of femoral neck fractures in elderly patients, all participants were over 60 years old with a mean age of 68.3 years. The modified Harris Hip Score in the bipolar hemiarthroplasty group was 74.68, 78.24, and 81.40 at 6, 12, and 24 months postoperatively, respectively<sup>(28)</sup>.

In a study by Sharma et al. aimed at evaluating the results of bipolar hemiarthroplasty and total hip arthroplasty in femoral neck fracture in patients over 60 years old, 40 patients underwent bipolar hemiarthroplasty and were followed for one year. Similar to the present study, where the majority of

fractures in the over-60 group were in elderly women with a prevalence of 55%, Sharma et al. also reported that 55% of femoral neck fractures occurred in elderly women. The mean age was similar to ours at 73 years and the Harris Hip Score was 80 (67–85) after one year follow-up<sup>(29)</sup>.

In a study by Sonaje et al. comparing bipolar arthroplasty and total hip arthroplasty, after a 24-month follow-up, the mean modified Harris Hip Score in the bipolar hemiarthroplasty group was  $83.85 \pm 6.62$ . In this group, 7 patients (35%) achieved scores of 91 to 100 (excellent), 9 patients (45%) had scores between 81 and 90 (fairly good), and 4 patients (20%) had scores between 71 and 80 (good). No patient was classified in the poor category<sup>(30)</sup>.

Regarding the differences of results between this study and those by Sharma et al.<sup>(29)</sup> and Sonaje et al.<sup>(30)</sup>, apart from differences in follow-up duration, the prevalence of comorbidities in the studied populations can be considered another reason. In the present study, 22.4% of patients had comorbid conditions, whereas Sharma et al.<sup>(29)</sup> and Sonaje et al.<sup>(30)</sup> did not evaluate this aspect.

The extent to which the presence of comorbidities affects the success rate of arthroplasty surgery was investigated by Macaulay et al., who found that for each additional comorbidity, the risk of mortality increased by 4.2 times<sup>(31)</sup>.

The nutritional status and mobility level of patients before surgery are also important factors. In the studies by Sharma et al.<sup>(29)</sup>, Shukla et al.<sup>(28)</sup>, and Chhabra et al.<sup>(24)</sup>, all patients were in good ambulatory condition and were independently performing activities of daily living prior to trauma, which by itself may lead to higher Harris Hip Scores postoperatively.

The study by Shah Fahad et al. compared the functional outcomes, dislocation rates, complications, and mortality rate between bipolar hemiarthroplasty and total hip arthroplasty with a dual mobility cup for displaced femoral neck fractures in patients over 60 years old during a one-year follow-up, 77 patients underwent bipolar hemiarthroplasty. The mean Harris Hip Score before surgery was 71.01 (poor), which improved to 68.82 after surgery<sup>(32)</sup>.

Therefore, factors to consider when selecting a treatment method for femoral neck fracture in elderly patient will be age, medical status and comorbidities, nutritional and life status, ambulatory and cognitive function, available surgical facilities, and socio-economic condition<sup>(29)</sup>.

6 patients (66.7%) were men and 3 (33.3%) were women in patients under 60 years while 18 patients (45%) were men and 22 (55%) were women in over 60 years. There was no statistically significant difference between the two groups in terms of gender distribution ( $p = 0.289$ ).

The average follow-up period was  $48.66 \pm 22.18$  months for the under-60 group and  $46.60 \pm 26.08$  months for over 60 years group. This difference was not statistically significant ( $p = 0.827$ ). The mean age in the under-60 group was  $52.33 \pm 6.08$  years, and in the 60-and-over group, it was  $72.45 \pm 9.50$  years.

The difference of the total Harris Hip Score between the two age groups was marginally significant ( $P = 0.06$ ). This was mainly related to the functional subcomponents of the score, while no statistically significant differences were observed between the groups in terms of pain, range of motion, deformity (Table 4). Table 5 shows the classification of Harris Hip Scores in terms of functional outcome for individuals under 60 years and those over 60 years. Among those over 60 years, 44.4% achieved moderate to good functional improvement, whereas only 15% of individuals under 60 years reached this level. The majority of patients over 60 years showed poor functional improvement. Patients over 60 years old were divided into five follow-up duration groups: 6–12 months, 12–24 months, 25–36 months, 37–48 months, and 49–60 months. According to ANOVA statistical testing, the mean Harris Hip Score among these five subgroups showed no statistically significant difference ( $P = 0.612$ ).

## Discussion

The goal of surgical treatment of displaced femoral neck fractures in elderly patients is to bring them back to their pre-injury functional status as soon as possible, while minimizing the risk of dislocation or the need for revision surgery. Arthroplasty is widely supported for treatment of hip fracture in elderly patients; however, but choosing the hemiarthroplasty or total hip arthroplasty, remains a topic of debate<sup>(23)</sup>.

In the present study, of the 49 participating, the difference in Harris Hip Scores between the two groups was marginally significant ( $P = 0.06$ ). Based on Harris Hip Score classifications, 55.6% of patients under 60 had poor function, 33.3% had fair function, and 11.1% had good function. These proportions in the 60-and-over group were 85%, 7.5%, and 7.5%, respectively. None of the patients achieved an excellent functional outcome. Therefore, this study couldn't find any satisfactory functional outcome following bipolar hemiarthroplasty in patients that was studied. Chhabra et al. in 2020, followed 30 patients over 60 years old with bipolar hemiarthroplasty after intracapsular femoral neck fractures and used the modified Harris Hip Score over 6 months. Among these 30 patients, 14 had excellent results, 12 had good results, 1 had fair results, and 1 had poor results<sup>(24)</sup>. Several reasons may explain the differences observed between the present study and the study by Chhabra et al.

**Table 5: Classification of Harris Hip Scores by Functional Outcome in Individuals Under 60 Years and Those Over 60 Years**

Performance Classification	Under 60 years (n=9)	60 years and older (n=40)	p-value
Poor	5 (55.6%)	34 (85%)	0.085
Fair	3 (33.3%)	3 (7.5%)	
Good	1 (11.1%)	3 (7.5%)	
Excellent	0	0	

**Table 6: Mean Harris Hip Score in Five Patient Groups with Different Follow-up Durations**

Follow-up Duration (months)	Number of Patients (n)	Total Harris Hip Score (mean $\pm$ SD)	95% Confidence Interval (%)	p-value
6–12	8	43.00 $\pm$ 10.13	32.05 – 53.96	
12–24	1	31.5	—	
25–36	5	51.45 $\pm$ 20.38	26.13 – 76.76	0.612
37–48	4	58.80 $\pm$ 44.54	14.50 – 67.45	
49–60	22	48.01 $\pm$ 21.95	28.38 – 57.75	

**Table 3: Harris Hip Score and Its Subcomponents in the Study Population**

Variable	Mean ± SD	Minimum	Maximum
Pain	22.53 ± 10.06	10	44
Limping	6.32 ± 0.30	0	11
Need for Assistance	6.38 ± 2.02	2	11
Function:			
— Walking Distance Capable	89.21 ± 3.21	0	11
— Climbing Stairs	1.32 ± 0.71	0	4
— Putting on Socks and Shoes	2.00 ± 1.41	0	4
— Sitting	2.44 ± 1.96	0	5
— Using Public Transport	0.30 ± 0.46	0	1
Total Functional Score	6.08 ± 3.87	0	12
Absence of Deformity	0.40 ± 1.22	0	4
Range of Motion (ROM):			
— Hip Flexion	41.24 ± 10.05	30	54
— Abduction	8.85 ± 2.85	4	12
— Adduction	2.44 ± 0.70	1	3
— External Rotation	5.02 ± 1.42	2	6
Total ROM Score	2.87 ± 0.48	2.05	3.75
Total Harris Hip Score	50.51 ± 18.95	11.45	87.55

**Table 4: Comparison of Mean Total Harris Hip Score and Its Subcomponents Between the Two Age Groups: Under 60 and 60 Years or Older**

Variable	Under 60 years (Mean ± SD)	60 years and older (Mean ± SD)	p-value
Pain	26.66 ± 8.66	21.10 ± 10.22	0.147
Limping	8.34 ± 2.33	5.98 ± 2.87	0.023*
Need for assistance	6.66 ± 0.77	6.22 ± 3.30	0.301
Function:			
— Walking distance capable	8.78 ± 3.33	5.07 ± 5.35	0.016*
— Climbing stairs	1.66 ± 0.05	1.25 ± 0.74	0.045*
— Putting on socks and shoes	2.00 ± 0.01	1.45 ± 1.85	0.118
— Sitting	3.12 ± 4.44	1.88 ± 2.22	0.071
— Use of public transport	0.55 ± 0.52	0.25 ± 0.43	0.075
Total functional score	8.42 ± 3.33	5.38 ± 5.57	0.043*
Absence of deformity	0	1.33 ± 0.50	0.268
Range of Motion:			
— Hip Flexion	38.33 ± 10.47	41.90 ± 9.97	0.614
— Abduction	9.84 ± 2.11	8.89 ± 2.80	0.827
— Adduction	2.77 ± 0.44	2.37 ± 0.74	0.133
— External Rotation	5.55 ± 0.88	4.90 ± 1.49	0.251
Total ROM score	2.78 ± 0.05	4.19 ± 0.00	0.559
Total Harris Hip Score	61.23 ± 15.39	29.48 ± 20.89	0.06

data collected in the specially designed Persian Harris questionnaire forms. The data were analyzed using SPSS software version 20. For data analysis, the independent t-test statistical method was used and evaluated accordingly.

## Results

The present study, conducted to evaluate the outcomes of bipolar hip arthroplasty, included a total of 50 patients. During the follow-up period, one patient was lost, so the final analysis was performed on 49 patients. Among them, 24 patients (49%) were male and 25 (51%) were female. In 21 patients (42.9%), the fracture occurred in the right hip, and in 28 patients (57.1%), the fracture was on the left side. The mean age of patients was  $68.73 \pm 11.88$  years (40- 98 years), and the average follow-up duration was  $46.97 \pm 21.25$  months (9- 93 months). Patients were categorized into four groups: under 60 years, 60–69 years, 70–79 years, and over 80 years. The majority of fractures in this study were observed in the 60–69 years and 70–79 years old groups (Table 1). Table 2 shows a comparison of age, affected side, and follow-up duration between the two sexes. Although the incidence of fractures and the age at which they occurred were higher in women, this difference was not statistically significant. Eleven patients (22.45%) had underlying medical conditions. One patient (2.04%) had asthma; one patient (2.04%) had hypertension (HTN) and rheumatoid arthritis (RA); one patient (2.04%) had diabetes mellitus (DM) and hypertension (HTN); two patients (4.08%) had hypertension alone; one patient (2.04%) had DM

alone; one patient (2.04%) had dyslipidemia (DLP) and HTN; one patient had HTN, DM, DLP, and ischemic heart disease (IHD); one patient (2.04%) had only IHD; and two patients (4.08%) had HTN, DM, and Sacrofemoral Distance (SFD).

No cases of mortality, deep surgical site infection, or prosthetic dislocation were observed among the participants in this study. There were two cases (4.08%) of superficial surgical site infection, both of which were successfully treated with timely antibiotic therapy based on culture results and sensitivity testing, along with repeated wound dressing changes.

The mean Harris Hip Score (HHS) was  $50.51 \pm 18.59$  (range: 18.45–87.55). No patient demonstrated excellent function according to the HHS evaluation. Only 4 patients (8.2%) had good function (HHS score 80–90), 6 patients (12.2%) had fair function (HHS score 70–80), and 39 patients (79.6%) showed poor functional improvement (HHS score <70).

Tables 3 and 4 show the mean total Harris Hip Score and its subcomponents in the study population.

A significant negative correlation based on Pearson's correlation test was observed between age and the Harris Hip Score ( $r = -0.379$ ,  $p = 0.007$ ). In other words, the younger the patient, the higher the Harris Hip Score after surgery and the better the functional recovery. This correlation remained significant even after controlling for the effect of follow-up duration in a multivariable linear regression analysis ( $B = -0.353$ ,  $p = 0.015$ ). For further analysis, patients were categorized in two groups: under 60 years and over 60 years. Nine patients (18.4%) were under 60 years old, and 40 (81.6%) were above 60 years.

**Table 1: Frequency of Femoral Neck Fracture Across Different Age Groups**

Age Group	Frequency	Percentage (%)
< 60	9	18.4
60–69	17	34.7
70–80	17	34.7
> 80	6	12.2

**Table 2: Comparison of Age, Affected Side, and Follow-up Duration Between Males and Females**

Parameter	Unit	Men (n=24)	Women (n=25)	Total (n=49)	p-value
Affected Side					
— Right (count, %)		13 (54.2%)	8 (32%)	21 (42.9%)	0.117
— Left (count, %)		11 (45.8%)	17 (68%)	28 (57.1%)	
Age	Year	$66.4 \pm 12.06$	$71.32 \pm 11.35$	$68.73 \pm 11.88$	0.121
Follow-up Duration	Month	$49.87 \pm 24.71$	$44.20 \pm 25.87$	$46.97 \pm 25.21$	0.437

Arthroplasty is a standard treatment method for femoral neck fractures in over 60 years old patients for early mobilization and can reduce secondary diseases after hospitalization<sup>(12)</sup>. The successful long-term results after total hip arthroplasty (THA) have led to an increase in the number of THA procedures over the past three decades<sup>(13)</sup>. Surgeons should always consider THA for active, young patients, when planning surgery. Many efforts have been made to improve and facilitate THA<sup>(14)</sup>.

Nevertheless, the choice of procedure as hip arthroplasty remains unresolved and has specific advantages and disadvantages in different clinical trials<sup>(15-21)</sup>. The current generation of bipolar arthroplasties has a lower incidence of protrusion acetabuli compared to previous methods. However, some researchers have found that the inner bearing surface cannot be durable, and bipolar arthroplasties finally functionally convert to unipolar types<sup>(22)</sup>.

The aim of this study was to investigate the clinical effect of bipolar arthroplasty after fracture of femoral neck on hip joint function and evaluated the effect of this surgical method on pain relief and activity improvement and daily quality of life. On the other hand, it assessed postoperative complications and follow-up over five years after surgery.

## Materials & Methods

This study was a cohort study conducted to evaluate the outcomes of bipolar hip arthroplasty surgeries. This study was performed both retrospectively (by collecting data from patient records) and prospectively through assessing patient function and arthroplasty results. All patients who had undergone primary bipolar hip arthroplasty surgery from the beginning of the year 1395 (March 2016) up to the present, at the orthopedic departments of two teaching hospitals affiliated with Babol and Mazandaran Universities of Medical Sciences were included in this study.

Thus, the sample size included all operated patients. For patients from previous years, data were necessarily obtained from their medical records. The Harris Hip Score forms were completed for these patients either during outpatient visits or after contacting and inviting them back to the clinic for evaluation. Due to concerns about prosthesis subsidence, pelvic radiographs were performed, and the results were compared with initial radiographs.

The present study was conducted in accordance with the Helsinki Declaration guidelines. The informed consent was obtained from all patients. The study protocol was approved by the Ethics Committee of Mazandaran University of Medical Sciences with the code 8749.1400.IR.MAZUMS.IMAMHOSPITAL.REC. Individuals whose surgery had been performed at least one year prior and exclusively at the two aforementioned centers were included in the study. Patients who underwent a second or multiple surgeries for any reason, as well as those whose evaluations were incomplete for any reason, were excluded from the study.

## Study Tool

In this study, the Harris Hip Score (HHS) system was used as the study tool. The HHS is a measure for assessing functional impairment and the higher score shows the better outcome. The maximum score is 100. The results can be interpreted as follows:

- $\leq 70$  = poor result
- 70–80 = fair
- 80–90 = good
- 90–100 = excellent

In the Harris assessment method, several components are evaluated, including:

1. Pain level after surgery
2. Degree of limping
3. Walking distance
4. Ability to climb stairs
5. Ability to put on socks and shoes
6. Amount and type of support or use of walking aids

In addition, the range of hip motion was also measured as part of the surgeon-focused section.

Each criterion is scored individually, and the total sum is used as the Harris Hip Score in statistical analysis. In this study, the Persian version of the Harris Hip Score, adapted by the Iranian Orthopedic Association, was used. The score of each question was recorded and subjected to statistical analysis.

## Statistical Analysis

After extracting the necessary information from patients' medical records, demographic classification was performed regarding age distribution, gender, operated side, disease cause, and possible complications during hospitalization and up to one-year post-surgery. Ultimately, patient satisfaction was measured using the Harris criteria, recorded via

## Outcome of Bipolar Hip Arthroplasty in Femoral-Neck Fracture (Medium-Term Result)

### Abstract

**Introduction:** Arthroplasty as a treatment option for femoral neck fracture in elderly people has been widely supported although the type of arthroplasty is debatable. This study was conducted to evaluate the functional outcome of bipolar hemiarthroplasty (BHA).

**Materials & Methods:** 49 patients with femoral neck fracture who were operated with BHA within 5 years were included in the study. The clinical, radiographic, and functional results, using modified Harris-Hip score (HHS), were evaluated with a follow-up of 47 months.

**Results & Discussion:** 49 patients, - 66.7% men and 33.3% women, with 9 patients (18.4%) below 60 and 40 (81.6%) over 60 years old were studied. The average follow-up period was 48.66 months in people below 60 years and 46.60 months in over 60 years patients. The difference in the average HHS between the two groups was marginally significant ( $p=0.06$ ). In the performance section of HHS, 55.6% showed poor performance, 33.3% relatively good performance and 11.1% good performance in people below 60- years group. These scores for over 60- years group were 85%, 7.5% and 7.5% in respectively.

**Conclusion:** The present study could not observe a satisfactory functional outcome after BHA in below or over 60- years population in this medium-term study. Therefore, evaluating the hip function after BHA in the long term and the cause for poor function is needed to be investigated. Slow erosion of the acetabulum following BHA can be a possible reason, lowering performance which requires in-depth investigation in long term studies.

**Keywords:** Femoral neck fractures, Hemiarthroplasty, Outcome assessment.

**Accepted:** 43 days before printing

Masoud Shayesteh Azar, MD<sup>1</sup>, Mostafa Kalteh, MD<sup>1</sup>, Masoud Gharib, MD<sup>1</sup>, Jamshid Yazdani Cherati, MD<sup>2</sup>

1. Orthopedic Research Center, Faculty of Medicine, Mazandaran University of Medical science, Sari, Iran.

2. Department of Social Medicine, Faculty of Medicine, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran.

**Corresponding Author:**  
Mostafa Kalteh, MD  
Email address:  
mostafakalteh55@gmail.com

### Introduction

Femoral neck fractures are disabling injuries that usually affect the elderly people due to poor bone quality<sup>(1-3)</sup> and this is considered a challenge for healthcare systems and society<sup>(4-6)</sup>. Effective treatment has led to increased life expectancy, which has risen every decade<sup>(7)</sup>. Osteoporosis is more common in the elderly female. Despite the nature of these fractures, there remain surprising differences in treatment outcomes for these patients. These fractures have always posed major challenges for orthopedic surgeons.

These patients also commonly suffer from multiple comorbidities such as hypertension, heart problems, diabetes, and dementia. Along with prolonged immobility due to the fracture, this leads to increased complications and mortality. Therefore, timely surgery for these fractures is essential<sup>(8)</sup>. Rehabilitation and returning the patient to normal life after surgery also require a structured and targeted program. Hence, evaluating joint replacement outcomes according to international standards is felt to be necessary<sup>(9)</sup>.

The choice of type and size of implants may also be influenced by hereditary and racial characteristics of bones and joints, which may subsequently affect long-term joint replacement outcomes. On the other hand, better understanding of strengths and weaknesses as well as the potential complications helps us provide better care and perform more successful surgeries<sup>(10)</sup>. Therefore, evaluating joint replacement outcomes and localizing them according to international standards is regarded as a necessity<sup>(11)</sup>.



# Iranian Journal of Orthopaedic Surgery

Volume 22, Number 3, Summer 2024  
ISSN Print 1735-2967, online 1735-2967

(Serial Number 86)

## Content

<b>Outcome of Bipolar Hip Arthroplasty in Femoral-Neck Fracture (Medium-Term Result) .....</b>	<b>119</b>
Masoud Shayesteh Azar, MD, Mostafa Kalteh, MD, Masoud Gharib, MD, Jamshid Yazdani Cherati, MD	
<b>Mortality Rate Following Intertrochanteric Fracture Surgery in One Year: A Retrospective Study .....</b>	<b>127</b>
Shahin Talebi, MD, Masoud Shayesteh Azar, MD, Salman Ghaffari, MD, Mehran Razavipour, MD, Abdurassool Alaei, MD, Reza Zandi, MD, Hasan Heidarian, MD	
<b>The Impact of Orthopedic Surgery on Gait Kinematics, Postural Balance, and Walking Speed in Children with Spastic Cerebral Palsy: A Multidimensional Approach.....</b>	<b>134</b>
Khadijeh Kazemi, PhD, Masoud Shayesteh Azar, MD, Marzieh Moradi, MSc, Meisam Nezamoddini, MSc, Masoud Gharib, PhD	
<b>The Effect of Pelvic Position on Pelvic Incidence .....</b>	<b>140</b>
Saeed Ahmadi, MD, Mani Falsafi, MD, Naser Ghaemian, MD, Hoda Shirafkan, MD, Amir Mahmoud Afshar, MD	
<b>The Association between Preoperative Radiographic Parameters and Medial Soft Tissue Release in Total Knee Arthroplasty .....</b>	<b>145</b>
Salman Ghaffari, MD, Masoud Shayesteh Azar, MD, Mehran Razavipour, MD, Shahin Talebi, MD, Shayan Amjadi, MD	
<b>Scaffolds Applied in Tissue Engineering: A Review on Previous Gains and Challenges (Review Article).....</b>	<b>152</b>
Mohammadhossein Shams, Azin Atabakhsh, Mohammadreza Safari	
<b>Musculoskeletal Side Effects Associated with Long-Term Corticosteroid Use (Review Article) .....</b>	<b>161</b>
Abdolsalam Razzaghi, MD, Sina Esmaili, MD, Mohammad Ayati Firoozabadi, MD, Pouya Tabatabaei Irani, MD, Hamed Naghizadeh, MD, Seyed Mohammad Javad Mortazavi, MD	
<b>Bilateral Distal Femur Stress Fracture (Case Report) .....</b>	<b>168</b>
Mehran Razavipour, MD, Salman Ghaffari, MD, Sina Zamani, 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.



# Iranian Journal of Orthopaedic Surgery

Volume 22, Number 3, Summer 2024  
ISSN Print 1735-2967, online 1735-2967

(Serial Number 86)

**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

Mirzatooleei 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):**

Ahmadi A, MD

Sadeghi Far AR, MD

Abdolahzadeh Lahiji F, MD. IR

Azarpira MR, MD

Ghaznavi AR, MD

Ghandehari H, MD

Kamali Nia MH, MD

Azar Sina S, MD

Ghazaleh AH, MD

**Executive Manager:** Sohrabi M, PhD

**Consultant Manager:** Khoshnood N, 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: [anjoman@iranoa.org](mailto:anjoman@iranoa.org)

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