

**صاحب امتیاز:** انجمن جراحان ارتوپدی ایران

**مدیر مسئول:** دکتر بهادر اعلمی هرندی

**سر دبیر اول:** دکتر غلامحسین شاهچراغی

**سر دبیر دوم:** دکتر عزیز احمدی

**کمک سر دبیر:** دکتر مهزاد جاوید

**کمک سر دبیر دوم:** دکتر مصطفی شاهرزایی

**هیئت مدیره انجمن:**

دکتر عادل ابراهیم پور

دکتر محمد رازی

دکتر محمد فکور

دکتر محمد رضا گلبخش

دکتر روشنک مرادی

دکتر محمدجواد مرتضوی

دکتر محمد نصیر نادری

**مشاوران (این شماره):**

دکتر مرتضی نخعی امرودی

دکتر محمدرضا گیتی

دکتر محمد آیتی فیروزآبادی

دکتر اصغر علمی

دکتر نادر نطافتی

دکتر جعفر سلیمان پور

دکتر احمدرضا افشار

دکتر علیرضا صادق پور

دکتر علی صدیقی

دکتر مهدی مطیعی فر

دکتر حمیدرضا آرتی

دکتر محمدعلی جعفری زارع

دکتر امید شاهپری

دکتر بابک پورعباس تحویلنداری

دکتر حسن قندهاری

دکتر پرهام معروفی

دکتر محمدرضا گلبخش

دکتر جواد پرویزی

**هیئت تحریریه:** دکتر عادل ابراهیم پور، دکتر سید محمدجلیل ابریشم، دکتر سعید ابریشمی، دکتر عزیز احمدی، دکتر علی اکبر اسماعیلی جاه، دکتر بهادر اعلمی هرندی، دکتر احمدرضا افشار، دکتر بهروز اکبرنیا، دکتر کامران بدیعزاده، دکتر جان جرارد برچ، دکتر تقی بغدادی، دکتر جواد پرویزی، دکتر مهزاد جاوید، دکتر ساسم حاجی علیلوسامی، دکتر محمد حسن هادی درویش، دکتر سعید حصارکی، دکتر آلن دیمگلیو، دکتر محمد رازی، دکتر ابوالقاسم زارعزاده، دکتر علی زمانیان، دکتر علیرضا سعید، دکتر بابک سیاوشی، دکتر غلامحسین شاهچراغی، دکتر مصطفی شاهرزایی، دکتر مسعود شایسته آذر، دکتر حسن شریفی، دکتر محمدنقی طهماسبی، دکتر فریور عبداللهزاده لاهیجی، دکتر محمد فکور، دکتر محمد قره داغی، دکتر محمدتقی قضاوی، دکتر سید مرتضی کاظمی، دکتر محمود کریمی مبارکه، دکتر فریدون مجتهد جابری، دکتر هادی مخملباف، دکتر سیدمحمدجواد مرتضوی، دکتر مهدی مطیعی فرد، دکتر کامران مظفریان، دکتر حسین مهدیان، دکتر عبدالحسین مهدی نسب، دکتر فردین 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 now visible/indexed in the following databases:**

**Index Copernicus, Electronic Journal Library,**

**Open J-Gate, Google Scholar, Gale databases, ISC,**

**EMR Medex (Indexing biomedical journals published in Islamic Countries), SID, Magiran, Barakatkn, MedLib,**

**RICeST**

**شمارگان:** ۱۲۰۰

**لینتوگرافی:** شیراز اسکندر

**چاپ:** مصطفوی

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

ساسان ساختمان ۹۴ - طبقه ششم، واحد ۱۲، کدپستی ۱۴۱۶۶

تلفن ۸۸۹۶۶۵۸۳، ۸۸۹۸۳۶۰۹، نمابر ۸۸۹۸۳۶۱۰

E-mail: [anjoman@iranoa.org](mailto:anjoman@iranoa.org) , Web Site: [www.ijos.ir](http://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 مقاله‌ای 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>

### فهرست

- تأثیر ریمینگ بر نتایج جراحی میله گذاری داخل استخوانی شکستگی شفت بازو ..... ۱۱۵  
مهدی هادیان، مریم ریاحی، دکتر شیروان رستگار، دکتر مجتبی بنی اسدی، شهریار رحمانی، دکتر مهدی مطیفی فرد
- تأثیر راستای چرخشی پروتز در آرتروپلاستی کامل زانو: ارتباط بین رضایت بیمار و مشاهدات بالینی ..... ۱۲۲  
دکتر علی اکبر اسماعیلی جاه، دکتر علی مأمویان، دکتر سید مرتضی کاظمی، فرشاد صفدری، دکتر بابک شکارچی
- اصلاح لوردوز لومبار در فیوژن خلفی-مقایسه گرفت استخوانی بین مهره‌های از قدام با گذاشتن کیج از قدام ..... ۱۳۴  
دکتر محمدجواد بهرام بیگی، دکتر رضا ملاحسینی، دکتر نوید گلچین
- استفاده از رادیواکتیو P-32 در سینوویت هموفیلی: اثر آن چه مدت تداوم دارد؟ ..... ۱۳۹  
دکتر امیررضا فرهود، دکتر محمدرضا رزاق اف، دکتر سپند حیدری، دکتر علی شیب، دکتر غلامرضا توگه، دکتر محمد آیتی فیروزآبادی، دکتر محمد افتخاری، دکتر سید محمدجواد مرتضوی
- شیوع و الگوهای مرگ ناشی از تروما در کودکان و نوجوانان در شهری پرجمعیت در ایران ..... ۱۴۶  
دکتر محمدرضا شریف، دکتر بهزاد نژاد-تبریزی، دکتر پیمان میرقادری، دکتر سید محمدرضا طباطبایی، دکتر سید محمد میلاد سید طبایی
- آرتروپلاستی کامل مفصل ران در بیماری کم خونی سلول داسی شکل (گزارش موردی) ..... ۱۵۳  
دکتر سینا اسماعیلی، دکتر معین اکبری، دکتر محمدرضا رزاق اف، دکتر محمد قربان زاده، دکتر سید محمد جواد مرتضوی
- شکستگی ناشی از ضربه و به تنهایی آکرومیون درمان شده با تنش باند وایر (گزارش موردی) ..... ۱۵۹  
دکتر سید رضا آقاپور، دکتر آرش ملکی، سید پویان آقاپور، دکتر یاسین شریف زاده
- بازسازی دیفکت‌های استخوان فک و آلونولار: نقش زیست مواد و داربست‌های بیولوژیکی (مقاله مروری) ..... ۱۶۲  
امیر رحمانی، نگین خوشنود، علی زمانیان
- شکستگی انتهایی تحتانی استخوان رادیوس (بخش اول) ..... ۱۷۴  
دکتر عزیز احمدی

## تأثیر ریمینگ بر نتایج جراحی میله گذاری داخل استخوانی شکستگی شفت بازو

### چکیده:

**مقدمه:** شکستگی‌های استخوان بازو (شفت هومرال) بسیار شایع است. این شکستگی‌ها می‌توانند به عارضه‌هایی منجر شوند و تأثیر چشمگیری در کیفیت زندگی داشته باشند. انتخاب نوع جراحی مناسب مشکلاتی مانند هزینه‌های بالا و بار اقتصادی ایجاد می‌کند. در این مقاله، نتایج جراحی میله‌گذاری داخل استخوانی (IMN) با روش تراشیدن (ریمر کردن) و بدون تراشیدن به‌عنوان روشی درمانی برای شکستگی‌های استخوان بازو و پیامدهای آن را بررسی و با هم مقایسه می‌کنیم.

**مواد و روش‌ها:** این مطالعه نوعی مطالعه هم‌گروهی آینده‌نگر بود که بیماران مبتلا به شکستگی استخوان بازو در ۲۰۲۳ را بررسی کرد. این تحقیق در بیمارستانی آموزشی بر روی شکستگی‌های بازو با روش میله گذاری انجام شد. بیماران به‌صورت تصادفی به دو گروه تقسیم شدند: یک گروه با تراشیدن درمان شدند و گروه دیگر بدون تراشیدن. وضعیت بیماران از نظر درد، جوش خوردگی تأخیری، جوش نخوردگی، عفونت، فلج عصب رادیال و وضعیت بهبود در فواصل زمانی دو هفته، یک ماه، سه ماه و شش ماه پس از جراحی پیگیری شد.

**نتایج و بحث:** شصت‌ونهم بیمار شامل ۲۹ نفر در گروه بدون تراشیدن و ۴۰ نفر در گروه با تراشیدن بررسی شدند. زمان جوش خوردگی در گروه بدون تراشیدن به‌طور میانگین  $3/5 \pm 11/1$  هفته و در گروه با تراشیدن  $1/9 \pm 8/2$  هفته مشاهده شد. جوش خوردگی تأخیری در ۳ مورد از گروه بدون تراشیدن و ۲ مورد از گروه با تراشیدن دیده شد. یک مورد جوش نخوردگی در گروه بدون تراشیدن گزارش شد. در هفته دوم پیگیری، گروه با تراشیدن به‌طور معناداری درد بیشتری گزارش کردند؛ اما در هفته‌های چهارم و دوازدهم تفاوت معناداری از نظر سطح درد بین دو گروه مشاهده نشد. همچنین، از نظر عارضه‌های پس از جراحی، تفاوت معناداری بین دو گروه وجود نداشت.

**نتیجه‌گیری:** میله‌گذاری داخل استخوانی (IMN) با تراشیدن برای شکستگی‌های استخوان بازو می‌تواند زمان جوش خوردگی و وقوع جوش خوردگی تأخیری و جوش نخوردگی را کاهش دهد. با این حال، بیماران در چند هفته اول پس از جراحی، و هنگام تراشیدن، درد بیشتری را متحمل می‌شوند.

**واژگان کلیدی:** شکستگی استخوان، هومروس، میله‌گذاری داخل استخوانی

پذیرش مقاله: ۳۷ روز قبل از چاپ

مهدی هادیان،<sup>۲</sup> مریم ریاحی،<sup>۱</sup> دکتر شیروان رستگار،<sup>۱</sup> دکتر مجتبی بنی اسدی،<sup>۳</sup> شهریار رحمانی،<sup>۱</sup> دکتر مهدی مطیفی فرد

### مقدمه

شکستگی‌های استخوان بازو را می‌توان براساس محل وقوع آن‌ها به سه نوع طبقه‌بندی کرد: شکستگی‌های پروگزیمال (بالایی)، شکستگی‌های شفت (میانی) و شکستگی‌های دیستال (پایینی) که، از بین آن‌ها، شکستگی‌های میانی رایج‌ترین نوع شکستگی‌های استخوان بازو هستند و همچنین دومین شکستگی شایع در جمعیت عمومی به شمار می‌روند. براساس آخرین گزارش‌ها، شیوع این نوع شکستگی در ۲۰۲۳ بین ۳-۵ درصد برآورد شده است.<sup>(۱)</sup>

علائم شکستگی‌های استخوان هومروس معمولاً شامل درد، تورم، ناتوانی در حرکت و تغییر شکل اندام است.<sup>(۱)</sup> تشخیص شکستگی‌های استخوانی براساس از بین رفتن یکپارچگی پریوست (لایه پوششی استخوان) و گاهی جابه‌جایی آشکار استخوان‌ها در تصاویر رادیوگرافی رخ می‌دهد.<sup>(۲)</sup> درمان این نوع شکستگی با توجه به نوع و محل آن و همچنین معیارهای رادیولوژیک تعیین می‌شود و می‌تواند با درمان غیرجراحی یا جراحی انجام شود.<sup>(۳-۵)</sup>

درمان غیرجراحی شامل استفاده از آتل یا اسلینگ بازو است، درحالی‌که درمان جراحی شامل فیکساسیون خارجی، جاندازی باز، فیکساسیون داخلی (ORIF) و میله‌گذاری داخل استخوانی (IMN) است.<sup>(۱)</sup> عارضه‌های مرتبط با درمان جراحی شامل جوش نخوردن شکستگی، جوش خوردگی تأخیری و آسیب به عصب رادیال است که می‌تواند در ۱۸ درصد موارد مشاهده شود.<sup>(۵)</sup> در موارد شکستگی‌های ناپایدار پاتولوژیک، استخوان خردشده، پوکی استخوان و شکستگی‌های ناشی از ضربه‌های شدید، پزشکان معمولاً از روش میله‌گذاری داخل استخوانی (IMN) استفاده می‌کنند.<sup>(۱،۶)</sup>

این روش می‌تواند با تراشیدن یا بدون تراشیدن انجام شود. تراشیدن فرایندی است که طی آن کانال مدولاری برای عبور میله گشاد می‌شود.<sup>(۷)</sup>

۱. گروه ارتوپدی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.
۲. دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.
۳. دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

نویسنده مسئول:

دکتر مهدی مطیفی فرد

Email address:

motifizi298@yahoo.com

### معیارهای ورود به مطالعه

برای شرکت در این مطالعه، بیمارانی انتخاب شدند که دچار شکستگی‌های شفت هومروس بودند، سن آن‌ها بین ۲۰ تا ۶۰ سال بود، هیچ سابقه بیماری عضلانی-اسکلتی نداشتند، داروهایی که در جوش خوردگی استخوان تأثیر می‌گذارند مصرف نمی‌کردند و در تمامی دوره‌های پیگیری شرکت می‌کردند. همچنین، آن‌ها باید سایر معیارها مانند نداشتن شکستگی‌های قبلی، نداشتن شکستگی‌های باز فعلی و عدم آسیب به عروق یا اعصاب در شکستگی فعلی را نیز داشته باشند.

### گروه‌های درمانی

بیماران به‌طور تصادفی به دو گروه تقسیم شدند: یک گروه با میله‌گذاری داخل‌استخوانی همراه با تراشیدن درمان شدند و گروه دیگر تحت درمان فیکساسیون شفت هومروس با میله‌گذاری داخل‌استخوانی بدون تراشیدن قرار گرفتند.

### روند جراحی

روش جراحی برای شانه جلویی‌جانبی با ایجاد یک برش ۳-۴ سانتیمتری در امتداد مرز جلویی‌جانبی آکرومیون آغاز می‌شود. سپس، تنوتومی (برش جراحی یک تاندون) برای باز کردن یک فضای بافت نرم انجام می‌شود و پس از آن از کاتری برای عبور از بافت زیرپوستی استفاده می‌شود. سپس، دیسکسیون تیز از طریق فاسیا، بورس و ناحیه روتاتور انجام می‌شود. جراح مرزهای قدامی، خارجی و خلفی آکرومیون را علامت‌گذاری می‌کند و، پس از ایجاد برش، در امتداد مرز جلویی‌جانبی آکرومیون تا ناحیه روتاتور کاف (کپسول شانه) دیسکسیون انجام می‌دهد. برای وارد کردن سیم راهنما، نقطه شروع بین توپروسیتی بزرگ و شیار در مرکز سر هومرال است. هدف این است که منطقه‌ای بدون پوشش ۵۰ درصدی داشته باشیم، به‌طوری که سیم راهنما با ضربه به موقعیت مناسب وارد و با استفاده از فلوروسکوپ بررسی شود. سپس، ناحیه روتاتور تقسیم و سیم راهنما با استفاده از قدرت به داخل کانال هدایت می‌شود. تصاویر فلوروسکوپ در نماهای AP و جانبی اطمینان حاصل می‌کنند که سیم راهنما در مرکز کانال قرار دارد. یک ابزار ورودی جانبی (آوال) یا تراشیدن (تقریباً ۸ میلی‌متر) با محافظ بافت نرم برای تراشیدن استفاده می‌شود تا زمانی که به صفحه توقف برسد.

کاهش شکستگی با اعمال کشش دستی، نیروهای واروس/والگوس و نیروی چرخشی انجام می‌شود. پس از کاهش شکستگی، یک سیم راهنمای بلند با سر توپ به‌طور دستی از محل شکستگی عبور داده می‌شود، با استفاده از یک دسته T که نوک آن کمی خم است. سیم راهنما با ضربه به ناحیه دیستال هومروس (ناحیه اولکرانون) وارد و با استفاده از فلوروسکوپ در نماهای AP و جانبی بررسی می‌شود. از یک خط‌کش رادیولوسنت برای اندازه‌گیری طول مناسب میله در فلوروسکوپ AP شانه استفاده می‌شود. بازبینی مجدد محل شکستگی برای اطمینان از نبود فاصله و اندازه‌گیری دقیق طول ضروری است. اگر شکستگی

مطالعات نشان داده‌اند که تراشیدن و استفاده از میله‌های بزرگ‌تر می‌تواند به افزایش پایداری استخوان کمک کند<sup>(۸،۹)</sup>. علاوه بر این، مشخص شد که تراشیدن فرایند جوش خوردگی استخوان را تسریع می‌کند. این عمل با جدا کردن سلول‌های باقی‌مانده‌ای که ممکن است حاوی استئوبلاست‌ها و سلول‌های بنیادی باشند که در پیوند استخوان و تسریع جوش خوردگی بسیار حیاتی هستند انجام می‌شود<sup>(۱۰،۱۱)</sup>. افزون بر این، تراشیدن جریان خون در زیر پریوست را افزایش می‌دهد که این امر می‌تواند زمان لازم برای جوش خوردگی استخوان را کاهش دهد<sup>(۱۲)</sup>. همچنین، مشاهده شده که میله‌های داخل‌استخوانی ساخته‌شده از تیتانیوم تشکیل کالوس را تسریع می‌کنند، نرخ جوش خوردگی استخوان را افزایش می‌دهند و زمان لازم برای جوش خوردگی را کاهش می‌دهند<sup>(۱۲)</sup>.

مطالعات متعدد نشان داده‌اند که استفاده از میله‌گذاری داخل‌استخوانی با تراشیدن، در مقایسه با روش بدون تراشیدن، نرخ جوش خوردگی بالاتری دارد و نیاز به بازگشت به اتاق عمل را کاهش می‌دهد<sup>(۱۳-۱۵)</sup>. بیشتر این مطالعات روش‌های میله‌گذاری داخل‌استخوانی با تراشیدن و بدون تراشیدن در شکستگی‌های استخوان‌های درشت‌نی و ران را با هم مقایسه کرده و نشان داده‌اند که تراشیدن زمان لازم برای جوش خوردگی استخوان و افزایش نرخ جوش خوردگی را کاهش می‌دهد<sup>(۱)</sup>. از سوی دیگر، تراشیدن ممکن است عارضه‌هایی مانند خون‌ریزی، نیاز به انتقال خون، سندرم آمبولی چربی و نکروز ناشی از حرارت را ایجاد کند<sup>(۱۶،۱۷،۱۸)</sup>. با وجود این، در مطالعه‌ای که آپکار<sup>۱</sup> و همکاران (۱۹۹۷) انجام دادند، مشاهده شد که در میله‌گذاری داخل‌استخوانی بدون تراشیدن در شکستگی‌های هومرال، در مقایسه با میله‌گذاری داخل‌استخوانی با تراشیدن، زمان کوتاه‌تری برای مشاهده شواهد رادیولوژیک بهبود شکستگی لازم بود<sup>(۹)</sup>. شکستگی‌های استخوان بازون در میان جمعیت‌های جوان و شاغل، همچنین افراد سالخورده و دارای ناتوانی، شایع هستند. این شکستگی‌ها می‌توانند به عارضه‌هایی منجر شوند و تأثیر چشمگیری در کیفیت زندگی داشته باشند. انتخاب نوع جراحی مناسب با مشکلات متعدد، هزینه‌های بالا و بار اقتصادی همراه است و لازم است مطالعات بیشتری در این زمینه انجام شود. بر این اساس، ما نتایج جراحی میله‌گذاری داخل‌استخوانی با تراشیدن و بدون تراشیدن را به عنوان روش درمانی برای شکستگی‌های استخوان بازو بررسی کردیم.

## مواد و روش‌ها

### طرح مطالعه

این مطالعه مطالعه‌ای هم‌گروهی آینده‌نگر بود که بیماران مبتلا به شکستگی‌های شفت هومروس در ۲۰۲۳ را بررسی کرد. این تحقیق در بیمارستان‌های کاشانی و الزهرا در اصفهان، ایران، انجام شد و کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی اصفهان آن را تأیید کرد (کد: IR.MUI.MED.REC.1402.300).

### معیارهای پیامدها

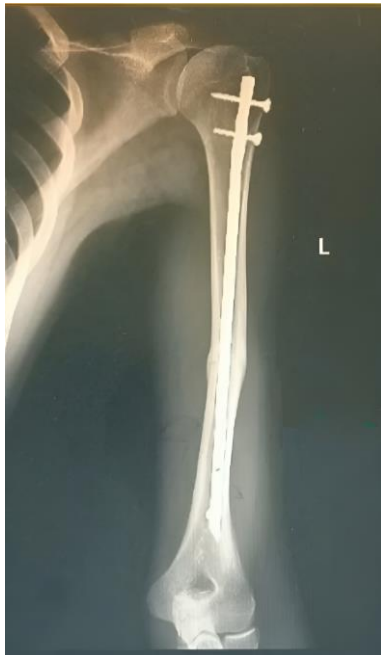
محدودیت حرکت شانه در یک ماه پس از مداخله ۵۰-۶۰ درصد در سه ماه ۲۰-۳۰ درصد و در شش ماه ۵ درصد در نظر گرفته شد. اطلاعات دموگرافیک بیماران، شامل سن و جنسیت، در چک‌لیست ثبت شد. وضعیت بیماران برای درد، عارضه‌هایی مانند جوش خوردگی تأخیری، جوش‌نخوردگی، عفونت سطحی، عفونت عمیق، فلج عصب رادیال، خردشدگی در محل شکستگی و وضعیت جوش خوردگی با استفاده از رادیوگرافی در فواصل دو هفته، یک ماه، سه ماه و شش ماه پس از جراحی پیگیری شد. در مطالعه ما، جوش خوردگی تأخیری زمانی در نظر گرفته شد که بیش از سه ماه طول بکشد تا جوش خوردگی حاصل شود و جوش‌نخوردگی حالتی در نظر گرفته شد که پس از شش ماه هنوز استخوان جوش نخورده است.

### تحلیل آماری

تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار IBM SPSS 28 انجام شد. پس از استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف، از میانگین  $\pm$  انحراف استاندارد برای توصیف متغیرهای پیوسته و از تعداد (%) برای توصیف متغیرهای طبقه‌ای استفاده شد. برای مقایسه اثر مداخله از آزمون t مستقل، آزمون کای-اسکوئر و آنالیز واریانس یک‌طرفه (one-way ANOVA) استفاده شد. ارزش p کمتر از ۰/۰۵ از نظر آماری معنادار در نظر گرفته شد (دوطرفه).

قطعه‌ای وجود داشته باشد، می‌توان از طرف مخالف برای تعیین طول هومروس سالم استفاده کرد.

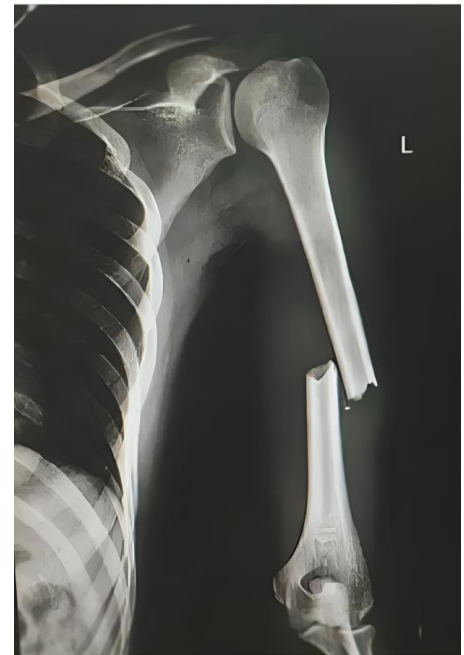
برای وارد کردن میله، ابتدا میله بر روی میز جراحی مونتاژ می‌شود، به طوری که راهنمای هدف‌گذاری با سوراخ‌های میله هم‌راستا شود و آستین‌های مربوط به هر سوراخ قفل بررسی شود. پیچ قفل بالایی با استفاده از پیچ‌گوشتی مخصوص (پمپکین) سفت می‌شود تا قطعات مختلف میله به‌طور محکم و ثابت به هم متصل شوند. سپس، میله بر روی سیم راهنما قرار می‌گیرد، درحالی‌که خمیدگی ۶ درجه جانبی سیم راهنما دنبال می‌شود و با استفاده از صفحه ضربه‌ای به داخل وارد می‌شود. راهنمای هدف‌گذاری باید ۳۰ درجه در جلوی تخت قرار گیرد تا هم‌راستایی مناسبی به دست آید. میله با دستگیره نگه داشته می‌شود نه با راهنمای هدف‌گذاری و به‌طور دستی یا با استفاده از چکش پلاستیکی یا چوبی به محل شکستگی حرکت می‌کند که این حرکت کردن با استفاده از فلوروسکوپ در نماهای AP و جانبی بررسی می‌شود. در هنگام درمان شکستگی، حرکت دادن ابزار به‌طور دستی از محل شکستگی ترجیح داده می‌شود تا از ایجاد شکستگی‌های جدید یا خرد شدن به‌صورت ایدیوپاتیک جلوگیری شود. میله به‌طور کامل وارد و کاملاً در جای خود قرار می‌گیرد و قرارگیری آن در سر هومروس بررسی می‌شود. ضروری است که میله به میزان ۷-۱۰ میلی‌متر درون استخوان فرو رود تا از بروز درد شانه جلوگیری شود. درنهایت، سیم راهنمای بلند توپ‌دار برداشته می‌شود. برای گروه بدون تراشیدن، فرایند تراشیدن حذف می‌شود. میله‌ای که به‌طور خاص از برند Biotech است برای ثابت‌سازی یا تثبیت استخوان استفاده می‌شود (شکل ۱-۳).



شکل ۱: قبل از جراحی  
تراشیدن



شکل ۲: سه ماه بعد از جراحی با  
تراشیدن



شکل ۳: شش ماه بعد از جراحی با  
تراشیدن

**نتایج**

شصت‌ونه نفر در این مطالعه شرکت کردند که میانگین  $\pm$  انحراف استاندارد سن آن‌ها  $35/3 \pm 10/2$  سال بود. از این تعداد، ۳۵ نفر (۵۰/۷ درصد) مرد بودند. شرکت‌کنندگان به دو گروه تقسیم شدند: گروه بدون تراشیدن (۲۹ نفر) و گروه با تراشیدن (۴۰ نفر)، همان‌طور که در جدول ۱ نشان داده شده است. جدول ۱ نشان می‌دهد که تفاوت معناداری از نظر سن یا جنسیت بین گروه‌ها وجود ندارد.

شرکت‌کنندگان براساس نتایج مطالعه ارزیابی شدند؛ نتایج در جدول ۲ ارائه شده است. طبق مقایسه نتایج، مدت زمان جوش خوردگی در گروه با تراشیدن به‌طور معناداری کمتر از گروه بدون تراشیدن بود (۰/۰۰۱ < P). همچنین، تعداد کمتری از بیماران گروه با تراشیدن

جوش خوردگی‌های تأخیری را نشان دادند، اگرچه این تفاوت از نظر آماری معنادار نبود. فقط یک مورد جوش‌نخوردگی در مطالعه مشاهده شد که مربوط به گروه بدون تراشیدن بود. در خصوص نمرات درد، مشخص شد که در هفته دوم از دوره پیگیری، گروه با تراشیدن درد بالاتری را گزارش کردند (P < ۰/۰۰۱). بااین‌حال، در هفته‌های چهارم و دوازدهم پیگیری تفاوت معناداری مشاهده نشد.

این مطالعه همچنین عارضه‌های شکستگی و مداخله در بیماران را بررسی کرده است و نتایج در جدول ۳ ارائه شده است. همان‌طور که نشان داده شده است، تفاوت معناداری بین دو گروه از نظر عارضه‌ها مشاهده نشد. آرتروپلاستی کامل مفصل بر روی زانوی راست در ۶۵۳ کیس (۵۲/۹٪)، در زانوی چپ در ۵۱۴ کیس (۴۲/۸٪) و در هر زانوی راست و چپ در ۵۲ کیس (۴/۳٪) انجام شده بود (جدول ۳).

**جدول ۱: متغیرهای جمعیت‌شناختی**

P-value	بدون تراشیدن (n = ۲۹)	تراشیدن (n = ۴۰)	
۰/۱۴	۳۷/۵ ± ۱۲/۳	۳۳/۸ ± ۸/۲	سن (سال)، متوسط $\pm$ SD
۰/۲۶	۱۷(۵۸/۶)	۱۸(۴۵/۰)	جنسیت (مرد)، خیر $\pm$ (%)

آزمون t مستقل؛ آکای اسکوتر؛ انحراف استاندارد: SD

**جدول ۲: مقایسه نتایج**

P-value	بدون تراشیدن (n = ۲۹)	تراشیدن (n = ۴۰)	
۰/۰۰۱	۱۱/۱ ± ۳/۵	۸/۲ ± ۱/۹	هفته‌ها تا جوش خوردگی، mean $\pm$ SD <sup>۱</sup>
۰/۶۴	۳(۱۰/۳)	۲(۵/۰)	جوش خوردگی تأخیری، خیر $\pm$ (%)
۰/۴۲	۱(۳/۴)	۰(۰)	جوش‌نخوردگی، خیر $\pm$ (%)
۰/۰۰۱	۳/۲ ± ۰/۷	۳/۸ ± ۰/۶	نمره درد در هفته دوم، mean $\pm$ SD <sup>۱</sup>
۰/۵۰	۲/۰ ± ۰/۷	۱/۹ ± ۰/۶	نمره درد در هفته چهارم، mean $\pm$ SD <sup>۱</sup>
۰/۹۵	۰/۵ ± ۰/۵	۰/۴ ± ۰/۵	نمره درد در هفته دوازدهم، mean $\pm$ SD <sup>۱</sup>
۰/۰۰۱	۳۱/۲ ± ۶/۳	۴۹/۳ ± ۷/۱	محدوده حرکت در هفته دوم، mean $\pm$ SD <sup>۱</sup>
۰/۰۲۱	۱۵/۶ ± ۴/۲	۱۸/۴ ± ۵/۳	محدوده حرکت در هفته چهارم، mean $\pm$ SD <sup>۱</sup>
۰/۰۰۱	۶/۱ ± ۲/۲	۴/۲ ± ۱/۸	محدوده حرکت در هفته دوازدهم، mean $\pm$ SD <sup>۱</sup>

آزمون t مستقل؛ آکای اسکوتر؛ انحراف استاندارد: SD؛ محدوده حرکت: ROM

**جدول ۳: مقایسه عارضه‌ها**

P-value	بدون تراشیدن (n = ۲۹)	تراشیدن (n = ۴۰)	
۱/۰۰	۱(۳/۴)	۲(۵/۰)	عفونت سطحی، خیر $\pm$ (%)
	۰(۰)	۰(۰)	عفونت عمیق، خیر $\pm$ (%)
	۰(۰)	۰(۰)	فلج عصب رادیال، خیر $\pm$ (%)
	۰(۰)	۰(۰)	شکستگی قطعاتی در محل شکستگی، خیر $\pm$ (%)

آکای اسکوتر؛ انحراف استاندارد: SD

## بحث

استخوان عمل می‌کنند و فرایند جوش خوردگی استخوان را تسهیل می‌کنند<sup>(۱۱،۱۸)</sup>.

در مطالعه ما، فقط یک مورد جوش نخوردگی در گروه بدون تراشیدن مشاهده شد. با این حال، هیچ رابطه معناداری بین نوع عمل (میله گذاری داخل استخوانی تراشیده شده یا بدون تراشیدن) و بروز جوش نخوردگی مشاهده نشد. این یافته با مطالعه انس او کالان<sup>۲</sup> و همکاران هم خوانی دارد. در این مطالعه، مشاهده شده است که سیگار کشیدن و بیماری‌های زمینه‌ای مانند دیابت، بیماری‌های قلبی و کلیوی از عوامل خطر برای جوش نخوردگی در این بیماران هستند<sup>(۲۶)</sup>. همچنین، در مطالعات قبلی نشان داده شده است که سن بالا، بیماری‌های همراه پزشکی مختلف، جنسیت، سیگار کشیدن، استفاده از داروهای ضدالتهابی غیراستروئیدی، اختلالات ژنتیکی مختلف، بیماری‌های متابولیک، سوء تغذیه، استفاده از استروئیدها، الگوی شکستگی، محل و جابه‌جایی، شدت آسیب به بافت نرم، میزان از دست دادن استخوان، کیفیت درمان جراحی و وجود عفونت یا نبود آن نیز در بروز جوش نخوردگی دخیل هستند<sup>(۲۴،۲۷،۲۸)</sup>. بیمارانی که این شرایط را داشتند از مطالعه حذف شدند.

یکی از شایع‌ترین عارضه‌های پس از جراحی درد پس از عمل است که توانایی بیمار را کاهش می‌دهد و در کیفیت زندگی او در بلندمدت تأثیر منفی می‌گذارد<sup>(۲۹)</sup>. در مطالعه ما، میانگین نمره درد در هفته دوم پس از عمل برای گروه با تراشیدن بیشتر از گروه بدون تراشیدن بود، اما در هفته‌های چهارم و دوازدهم تفاوت چشمگیری در درد بین دو گروه مشاهده نشد. درد تجربه شده در چند هفته اول پس از جراحی ممکن است به دلایل مختلفی مانند سیتوکین‌ها، پروستاگلاندین‌ها، هیستامین و برادیکینین‌ها باشد که به دلیل فرایند بهبود استخوان تولید می‌شوند<sup>(۳۰)</sup>. همچنین، درد ممکن است ناشی از فرایند تراشیدن و نوع جراحی باشد که شامل وارد کردن میله‌ها به مغز استخوان است و ممکن است در اعصاب نزدیک تأثیر بگذارد<sup>(۳۰)</sup>. از سوی دیگر، فعالیت‌هایی مانند تحمل وزن و راه رفتن قبل از بهبودی کامل و بازسازی می‌تواند در درد بیمار تأثیر بگذارند، اگرچه این موضوع به‌طور خاص در این بیماران بررسی نشده است<sup>(۳۱)</sup>.

به‌طور کلی، تحقیق ما محدودیت‌هایی داشت. این تحقیق در یک مرکز انجام شد و اندازه نمونه محدود بود که ممکن است این امر در قابلیت تعمیم نتایج تأثیر بگذارد. بنابراین، پیشنهاد می‌شود که مطالعات چندمرکزی با اندازه نمونه بزرگ‌تر انجام شود تا نتایج بهبود یابد و دقت افزایش یابد. علاوه بر این، متغیرهایی که ممکن است در فرایند جوش خوردگی تأثیر بگذارند باید به‌عنوان متغیرهای مزاحم در مطالعات آینده بررسی شوند و نقش آن‌ها در میزان جوش خوردگی تأخیری بررسی شود. همچنین، توصیه می‌شود که برخی از عارضه‌های مهم محدودکننده زندگی ناشی از تراشیدن از جمله خون‌ریزی و نیاز به انتقال خون، آمبولی

شکستگی هومروس یکی از مشکلات شایع ارتوپدی است که اغلب با عارضه‌های گوناگونی همراه است. وجود روش‌های درمانی گوناگون، انتخاب نوع درمان مناسب برای شکستگی‌های هومروس را مشکل می‌کند. استفاده از میله داخل استخوانی با تراشیدن و بدون تراشیدن دو روش درمانی برای شکستگی‌های هومروس هستند. در این مطالعه، کارایی این دو روش درمانی بررسی شد.

جوش نخوردگی و جوش خوردگی تأخیری از عارضه‌های مهم شکستگی‌های هومروس هستند که ممکن است هم در موارد جراحی و هم در موارد غیرجراحی رخ دهند<sup>(۲۰-۲۳)</sup>. میزان بروز این عارضه‌ها در درمان‌های جراحی بین ۲-۱۰ درصد گزارش شده است که با نتایج مطالعه ما سازگار است<sup>(۲۳،۲۴)</sup>. در این مطالعه، مشاهده کردیم که ۵ درصد از بیماران در گروه IMN با تراشیدن و ۱۰ درصد از بیماران در گروه IMN بدون تراشیدن دچار جوش خوردگی تأخیری شدند.

تحقیق ما نشان داد که بیمارانی که تحت جراحی IMN بدون تراشیدن قرار گرفتند، برای رسیدن به جوش خوردگی، زمان بیشتری از بیمارانی که در گروه با IMN با تراشیدن قرار داشتند صرف کردند. زمان میانگین گزارش شده برای گروه IMN بدون تراشیدن ۱۱/۱ هفته بود، در حالی که گروه IMN با تراشیدن ۸/۲ هفته به جوش خوردگی رسید. همچنین، در مطالعه‌ای که کورت براون<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۰) بر روی ۵۰ بیمار انجام دادند مشاهده شد که در بیماران تحت درمان IMN با تراشیدن زمان مورد نیاز برای جوش خوردگی کوتاه‌تر بود، و در ۲۰ درصد از بیماران بدون تراشیدن نیاز به تعویض میله به دلیل جوش خوردگی تأخیری گزارش شد<sup>(۳۵)</sup>.

در مطالعه‌ای که لارسن<sup>۲</sup> و همکاران بر روی ۴۵ بیمار مبتلا به شکستگی تیبیا انجام دادند مشاهده شد که بیمارانی که با میله داخل استخوانی تراشیده شده درمان شدند، بروز جوش خوردگی تأخیری و جوش نخوردگی کمتری داشتند<sup>(۱۶)</sup>. متآنالیزی که در ۲۰۱۶ بر روی ۱۰۷۸ بیمار انجام شد نشان داد که شکستگی‌های فمور، که با میله داخل استخوانی تراشیده شده درمان شده‌اند، با سرعت بیشتری به جوش خوردگی می‌رسند در مقایسه با شکستگی‌هایی که با میله داخل استخوانی بدون تراشیدن درمان شده‌اند<sup>(۱۲)</sup>. زمان کوتاه‌تر جوش خوردگی در گروه با تراشیدن ممکن است به دلیل فرایند تراشیدن باشد که جریان خون را به میزان شش برابر افزایش می‌دهد، چراکه این فرایند فشار بیشتری به رگ‌ها زیر پرده استخوان وارد می‌کند و در نتیجه زمان مورد نیاز برای جوش خوردگی را کاهش می‌دهد<sup>(۱۲)</sup>. علاوه بر این، برخی از مطالعات نشان داده‌اند که سلول‌های باقی‌مانده، که در هنگام تراشیدن جدا می‌شوند، ممکن است حاوی استئوبلاست‌ها و سلول‌های بنیادی باشند که به‌مانند پیوند

1. Court-Brown
2. Larsen
3. Enes Ocalan

- reamed and unreamed intramedullary nailing of tibial shaft fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90(12): 1274-1275.
- 10 Frölke JP, Nulend JK, Semeins CM, Bakker FC, Patka P, Haarman HJ. Viable osteoblastic potential of cortical reamings from intramedullary nailing. *J Orthop Res.* 2004;22(6): 1271-1275. <https://doi.org/10.1016/j.orthres.2004.03.011>.
  - 11 Reynders PA, Broos PL. Healing of closed femoral shaft fractures treated with the AO unreamed femoral nail. A comparative study with the AO reamed femoral nail. *Injury.* 2000;31(5):367-371. [https://doi.org/10.1016/S0020-1383\(00\)00005-X](https://doi.org/10.1016/S0020-1383(00)00005-X).
  - 12 Li AB, Zhang WJ, Guo WJ, Wang XH, Jin HM, Zhao YM. Reamed versus unreamed intramedullary nailing for the treatment of femoral fractures: A meta-analysis of prospective randomized controlled trials. *Medicine (Baltimore).* 2016;95(29):e4248. [10.1097/MD.00000000000004248](https://doi.org/10.1097/MD.00000000000004248).
  - 13 Clatworthy MG, Clark DI, Gray DH, Hardy AE. Reamed versus unreamed femoral nails. A randomised, prospective trial. *J Bone Joint Surg Br.* 1998;80(3):485-489. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.80B3.0800485>.
  - 14 Tornetta P, 3rd, Tiburzi D. Reamed versus nonreamed antegrade femoral nailing. *J Orthop Trauma.* 2000;14(1):15-19.
  - 15 Duan X, Li T, Mohammed AQ, Xiang Z. Reamed intramedullary nailing versus unreamed intramedullary nailing for shaft fracture of femur: a systematic literature review. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2011;131(10):1445-1452. <https://doi.org/10.1007/s00402-011-1311-8>.
  - 16 Larsen LB, Madsen JE, Høiness PR, Øvre S. Should insertion of intramedullary nails for tibial fractures be with or without reaming? A prospective, randomized study with 3.8 years' follow-up. *J Orthop Trauma.* 2004;18(3):144-149.
  - 17 Shao Y, Zou H, Chen S, Shan J. Meta-analysis of reamed versus unreamed intramedullary nailing for open tibial fractures. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research.* 2014;9(1):74. <https://doi.org/10.1186/s13018-014-0074-7>.
  - 18 Frölke J. Intramedullary Reaming of Long Bones. *Practice of Intramedullary Locked Nails: New Developments in Techniques and Applications.* 2006:43-56. [https://doi.org/10.1007/3-540-32345-7\\_4](https://doi.org/10.1007/3-540-32345-7_4).
  - 19 Freddy Achecar M. Unreamed vs Reamed Interlocking Nailing of Humeral Shaft Fractures Campbell Clinic-University of Tennessee, Memphis, Tennessee, USA1997 [Available from: [https://ota.org/sites/files/legacy\\_abstracts/ota97/otapa/OT A97506.htm](https://ota.org/sites/files/legacy_abstracts/ota97/otapa/OT A97506.htm)].
  - 20 Freeland AE, Jabaley ME, Hughes JL, Freeland AE, Jabaley ME, Hughes JL. Delayed union, non-union, and pseudarthrosis. Stable Fixation of the Hand and Wrist. 1986:167-178. [https://doi.org/10.1007/978-1-4613-8640-7\\_41](https://doi.org/10.1007/978-1-4613-8640-7_41).
  - 21 Olson JJ, Entezari V, Vallier HA. Risk factors for non-union after traumatic humeral shaft fractures in adults. *JSES international.* 2020;4(4):734-738. <https://doi.org/10.1016/j.jseint.2020.06.009>.
  - 22 Papakonstantinou MK, Hart MJ, Farrugia R, Gosling C, Kamali Moaveni A, van Bavel D, et al. Prevalence of non-union and delayed union in proximal humeral fractures. *ANZ Journal of Surgery.* 2017;87(1-2):55-59. <https://doi.org/10.1111/ans.13756>
  - 23 Volpin G, Shtarker H. Management of delayed union, non-union and mal-union of long bone fractures. *Eur Surg Orthop Traumatol.* 2014:241-266. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-34746-7\\_10](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-34746-7_10)

چربی و نکروز ناشی از گرما در پیگیری وضعیت بیماران بررسی شود. نقطه قوت مطالعه حاضر شامل طراحی آینده‌نگر و پیگیری بیماران و بررسی برخی از شایع‌ترین و اساسی‌ترین عارضه‌ها است که هنوز به‌طور گسترده در مرکزی که تحقیقات ما در آنجا انجام شده است بررسی نشده‌اند.

## نتیجه‌گیری

روش میله‌گذاری داخل‌استخوانی با تراشیدن می‌تواند زمان بهبودی شکستگی هومروس را کاهش دهد. همچنین، می‌تواند بروز جوش خوردگی تأخیری و جوش نخوردگی را کاهش دهد. با این حال، تنها نقص قابل توجه این روش دردی است که بیماران ممکن است در چند هفته اول پس از جراحی تجربه کنند. این درد به تدریج کاهش می‌یابد و هیچ عارضه جانبی دیگری مشاهده نشده است. توصیه می‌شود که برخی از عارضه‌های مهم محدودکننده زندگی ناشی از تراشیدن از جمله خون‌ریزی و نیاز به انتقال خون، آمبولی چربی و نکروز ناشی از گرما در پیگیری وضعیت بیماران پس از عمل بررسی شوند.

## منابع

- 1 weatherford B. Humeral Shaft Fractures ortho bullets, 2023 [Available from: <https://www.orthobullets.com/trauma/1016/humeral-shaft-fractures>].
- 2 von Falck C, Hawi N. Fracture diagnosis: upper extremities : Shoulder and shoulder girdle]. *Radiologe.* 2020;60(6):541-8. <https://doi.org/10.1007/s00117-020-00682-6>
- 3 Humeral Shaft Fracture TeachMeSurgery [updated 2022. 4: [Available from: <https://teachmesurgery.com/orthopaedic/shoulder/humeral-shaft-fracture/>].
- 4 Saha MK, Alam MJ, Kabir SJ, Karim MR, Kamruzzaman M, Rahman MM, et al. Management of Distal Third Comminuted Humerus Shaft Fracture by LCP Using Posterior Approach. *Mymensingh Med J.* 2019;28(2):291-7.
- 5 Ostermann RC, Lang NW, Joestl J, Pauzenberger L, Tiefenboeck TM, Platzer P. Fractures of the Humeral Shaft with Primary Radial Nerve Palsy: Do Injury Mechanism, Fracture Type, or Treatment Influence Nerve Recovery? *J Clin Med.* 2019;8(11). <https://doi.org/10.3390/jcm8111969>.
- 6 Baltov A, Mihail R, Dian E. Complications after interlocking intramedullary nailing of humeral shaft fractures. *Injury.* 2014;45(1): 9-15. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2013.10.044>.
- 7 Basic principles of intermedullary nailing AO foundation: surgery reference; [Available from: <https://surgeryreference.aofoundation.org/orthopedic-trauma/adult-trauma/basic-technique/basic-principles-of-im-nailing>].
- 8 Helmig KC, Kakish S, DeCoster TA. Reaming Errors in Intramedullary Nailing. *Western Journal of Orthopaedics.* 2022;11(1):17. <https://digitalrepository.unm.edu/wjo/vol11/iss1/3>
- 9 Bhandari M, Guyatt G, Tornetta P, 3rd, Schemitsch EH, Swiontkowski M, Sanders D, et al. Randomized trial of

- 24 Naclerio EH, McKee MD. Approach to Humeral Shaft Non-union: Evaluation and Surgical Techniques. *J Am Acad Orthop Surg.* 2022;30(2):50-59. 10.5435/JAAOS-D-21-00634
- 25 Court-Brown CM, Will E, Christie J, McQueen MM. Reamed or unreamednailing for closed tibial fractures. A prospective study in Tscherne C1 fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 1996;78(4):580-583. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.78B4.0780580>
- 26 Ocalan E. Reamed vs. Unreamed Intramedullary Nailing of Femoral Fractures in the Elderly. *Trauma & Acute Care.* 2017;2(4).
- 27 Zura R, Mehta S, Della Rocca GJ, Steen RG. Biological Risk Factors for Non-union of Bone Fracture. *JBJS Rev.* 2016;4(1):e5. 10.2106/JBJS.RVW.O.00008
- 28 Hak DJ, Fitzpatrick D, Bishop JA, Marsh JL, Tilp S, Schnettler R, et al. Delayed union and nonunions: epidemiology, clinical issues, and financial aspects. *Injury.* 2014;45 Suppl 2:3-7. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2014.04.002>
- 29 Jang Y, Kempton LB, McKinley TO, Sorkin AT. Insertion-related pain with intramedullary nailing. *Injury.* 2017;48 Suppl 1:18-21. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2017.04.029>
- 30 Haegerstam GAT. Pathophysiology of bone pain: A review. *Acta Orthopaedica Scandinavica.* 2001;72(3):308-317. 10.1080/00016470152846682
- 31 Birlie T, Biresaw B, Yadeta E, Getachew T, Debella A, Eyeberu A. Knee Pain After Retrograde Intramedullary Nailing with Surgical Implant Generation Network of Femur Shaft Fractures at Public Hospitals in Bahir Dar City, Ethiopia: Analysis of 6-Months Follow-Up Results. *Orthopedic Research and Reviews.* 2023:59-68. <https://doi.org/10.2147/ORR.S406176>

## تأثیر راستای چرخشی پروتز در آرتروپلاستی کامل زانو: ارتباط بین رضایت بیمار و مشاهدات بالینی

## چکیده:

**مقدمه:** جایگذاری صحیح قطعات پروتز زانو در صفحه آگزیمال همچنان چالش برانگیز است. در مطالعه حاضر، تأثیر راستای چرخشی قطعات پروتز بر رضایت بیمار و نتایج عملکردی پس از جراحی آرتروپلاستی کامل زانو (TKA) بررسی شد. همچنین، بررسی شد که آیا موازی بودن محورهای چرخشی قطعات می‌تواند بر نتایج تأثیر بگذارد یا خیر.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه، ۸۹ بیمار تحت جراحی آرتروپلاستی کامل زانو (TKA) با راستای صحیح پروتز در صفحه کرونال حداقل یک سال پس از عمل بررسی شدند. با استفاده از سی‌تی‌اسکن، راستای چرخشی قطعات و مفصل پروتزی ارزیابی شد. برای اندازه‌گیری زاویه عدم تطابق بین دو محور، تصاویر سی‌تی‌اسکن مربوطه روی هم قرار داده شدند. معیار راستای چرخشی صحیح مفصل پروتزی شامل موارد زیر بودند: (۱) راستای چرخشی صحیح قطعه فمورال؛ (۲) راستای چرخشی صحیح قطعه تیبیال و (۳) موازی بودن محورهای چرخشی دو قطعه. رضایت بیماران با استفاده از مقیاس دیداری آنالوگ (VAS) اندازه‌گیری شد. علاوه بر این، پرسشنامه نتایج آسیب زانو و استئوآرتروز (KOOS) تکمیل شد.

**نتایج و بحث:** راستای چرخشی صحیح قطعات فمورال و تیبیال به ترتیب در ۸۰/۹ درصد و ۶۷/۴ درصد از زانوها مشاهده شد. راستای چرخشی صحیح مفصل پروتزی در ۳۵ بیمار (۳۹/۳ درصد) دیده شد و ارتباطی با امتیازات بهتر KOOS و VAS نداشت. باین‌حال، عدم تطابق بیش از ۱۰ درجه به‌طور معناداری باعث کاهش امتیاز KOOS و رضایت بیماران شد ( $p < 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** مطالعه حاضر نشان داد که عدم تطابق چرخشی بیش از ۱۰ درجه بین محورهای چرخشی قطعات پروتز زانو با نتایج عملکردی ضعیف‌تر و کاهش رضایت بیماران ارتباط دارد.

**واژگان کلیدی:** استئوآرتروز زانو، تعویض کامل زانو، رضایت بیمار، پروتز زانو

پذیرش مقاله: ۴۱ روز قبل از چاپ

دکتر علی اکبر اسماعیلی جاه،<sup>۱</sup> دکتر علی مامواییان،<sup>۲</sup> دکتر سید مرتضی کاظمی،<sup>۳</sup> فرشاد صفدری،<sup>۴</sup> دکتر بابک شکارچی

## مقدمه

با وجود نتایج مطلوب جراحی آرتروپلاستی کامل زانو (TKA) عدم رضایت پس از جراحی در یک پنجم بیماران گزارش شده است.<sup>(۱)</sup> عوامل مختلفی می‌توانند در نتایج TKA تأثیر بگذارند از جمله عوامل مربوط به بیمار، عوامل مربوط به جراح، انواع روش‌های جایگذاری پروتز و راستای پروتز. دستیابی به راستای صحیح پروتز از جمله راستای چرخشی در طول جراحی TKA برای عملکرد پایدار مفصل پروتزی و دستیابی به نتایج مطلوب ضروری است.<sup>(۲-۴)</sup>

راستای چرخشی نامناسب اجزای پروتز می‌تواند باعث تغییر در بیومکانیک زانو شود و نتایج نامطلوبی مانند عوارض پتلا فمورال، درد، نقص در باز شدن کامل زانو، افزایش سایش پروتز و کاهش نرخ بقا را به دنبال داشته باشد.<sup>(۵-۸)</sup> چندین نشانگر آناتومیکی و محور مفصلی برای استفاده در جایگذاری صحیح قطعات پروتز زانو معرفی شده‌اند. باین‌حال، قرارگیری صحیح قطعات در صفحه عرضی (چرخشی) به‌ویژه در خصوص قطعه تیبیال چالش برانگیز و از نظر فنی پیچیده است.

متأسفانه هیچ‌یک از نشانگرهای آناتومیکی یا تکنیک‌های حین جراحی به‌طور کامل پذیرفته نشده‌اند و همچنان بحث بر سر مؤثرترین روش که به کمترین نرخ عدم تطابق چرخشی پروتز و/یا کمترین مقدار عدم تطابق چرخشی بین دو قطعه منجر شود ادامه دارد.<sup>(۹-۱۱)</sup>

در حال حاضر، با وجود تلاش‌هایی که برای بهینه‌سازی قرارگیری قطعات پروتز انجام شده است، برخی از بیماران در کلینیک‌های ارتوپدی مشاهده می‌شوند که از نتایج جراحی TKA راضی نیستند و جایگذاری نادرست قطعات به‌ویژه در صفحه عرضی (راستای چرخشی) در ارزیابی‌های رادیولوژیک به‌وضوح قابل تشخیص است. گزارش شده است که ۲۰ درصد از بیماران TKA دچار درد و ناتوانی عملکردی می‌شوند.<sup>(۱۲-۱)</sup> باین‌حال مطالعات محدودی به بررسی تأثیر راستای نامناسب بر نتایج جراحی از دید بیمار پرداخته‌اند.<sup>(۹-۱۳)</sup> دانش محدود فعلی درباره مقدار عدم تطابق چرخشی بین قطعات که از نظر بالینی مهم باشد نیاز به مطالعات بیشتر را نشان می‌دهد. علاوه بر این، تأثیرات راستای چرخشی قطعات یا عدم تطابق چرخشی در نتایج عملکردی و نیز نتایج بیمار محور TKA همچنان ناشناخته است.

۱. جراح ارتوپد، مرکز تحقیقات استخوان، مفصل و بافت‌های وابسته، بیمارستان اختر، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.  
۲. دانشجوی دکتری، گروه ارتز و پروتز، دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران.  
۳. پژوهشگر علوم پزشکی، مرکز تحقیقات استخوان، مفصل و بافت‌های وابسته، بیمارستان اختر، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.  
۴. رادیولوژیست، دانشگاه علوم پزشکی آجا، تهران، ایران.

نویسنده مسئول:  
دکتر علی مامواییان

Email address:  
dr.a.mavaeian@mail.com

داشتند یا آن‌هایی که هر درجه‌ای از چرخش داخلی را داشتند به‌عنوان وضعیت قرارگیری نادرست (outlier) ثبت شدند. ۲. راستای چرخشی قطعه تیبیال: زاویه بین خط آکاجی (Akagi's line) و خط خلفی تقطعه تیبیال (PTCL). وضعیت قرارگیری در صورتی صحیح بود که زاویه اندازه‌گیری شده ۹۰ درجه باشد (شکل ۲). هرگونه چرخش داخلی و چرخش خارجی بیش از ۳ درجه به عنوان outlier در نظر گرفته شد.

۳. راستای چرخشی دو قطعه نسبت به یکدیگر: دو تصویر سی‌تی‌اسکن، که PTCL و PCL را نشان می‌دهند، بر روی هم قرار داده شدند. اگر زاویه بین دو خط بین ۰-۳ درجه بود، در خط موازی در نظر گرفته شدند (شکل ۳). در غیر این صورت، دو قطعه نسبت به هم غیرموازی در نظر گرفته شدند.

در صورتی که تمامی سه اندازه‌گیری در سی‌تی‌اسکن در محدوده قابل قبول قرار داشتند، راستای چرخشی، صحیح در نظر گرفته شد. تمامی اندازه‌گیری‌ها را یک رادیولوژیست و دو جراح ارتوپد با استفاده از نرم‌افزار تخصصی سیستم سی‌تی‌اسکن انجام دادند. مقدار نهایی میانگین سه اندازه‌گیری بود. در مطالعه‌ای پیش‌بالینی، قابلیت اطمینان درون‌مشاهده‌ای و بین‌مشاهده‌ای ارزیاب‌ها بیشتر از ۰/۸ بود.

در ویزیت نهایی، پرسشنامه نتایج آسیب زانو و استئوآرتروز (KOOS) تکمیل شد. رضایت بیماران با استفاده از مقیاس دیداری آنالوگ (VAS) که از ۰-۱۰ متغیر بود اندازه‌گیری شد. اعداد بالاتر نشان‌دهنده رضایت بالاتر بودند. این مقیاس‌ها بین بیماران با و بدون راستای چرخشی صحیح مقایسه شدند.

بیماران بر اساس میزان عدم تطابق چرخشی بین دو قطعه پروتز به سه گروه تقسیم شدند: ۰-۳ درجه (گروه موازی)، ۳-۱۰ درجه (گروه عدم تطابق متوسط) و بیشتر از ۱۰ درجه (گروه عدم تطابق شدید). مقیاس‌های KOOS و VAS بین این سه گروه مقایسه شدند. اگرچه مواردی که قطعه فمورال یا تیبیال چرخش داخلی داشت در تعیین میزان کلی outlier گنجانده شدند، اما این موارد هنگام مقایسه امتیازهای KOOS و VAS از مطالعه کنار گذاشته شدند.

### آمار

تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۵/۰ انجام شد. قابلیت اطمینان درون‌ملاحظه‌ای و بین‌ملاحظه‌ای با استفاده از ضریب کاپا اندازه‌گیری شد. آزمون t برای نمونه‌های مستقل به‌منظور مقایسه نمره KOOS بین بیماران با و بدون راستای چرخشی صحیح استفاده شد. نمره KOOS بین سه گروه عدم تطابق با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) مقایسه شدند. امتیازهای VAS با استفاده از آزمون مان-ویتنی U (Mann-Whitney U test) مقایسه شدند. آزمون کای دو (Chi-square) برای مقایسه متغیرهای اسمی استفاده شد. سطح معناداری  $p < 0.05$  در نظر گرفته شد.

هدف اصلی مطالعه حاضر بررسی رابطه بین عدم تطابق چرخشی قطعات و نتایج عملکردی و رضایت بیماران پس از جراحی TKA بود. نویسندگان فرض کرده‌اند که راستای چرخشی نامناسب تأثیر مستقیمی در رضایت بیمار دارد. به‌علاوه، تلاش شد تا مقدار عدم تطابق چرخشی بین قطعات که از نظر بالینی مهم و بر رضایت بیمار تأثیرگذار باشد تعیین شود.

### مواد و روش‌ها

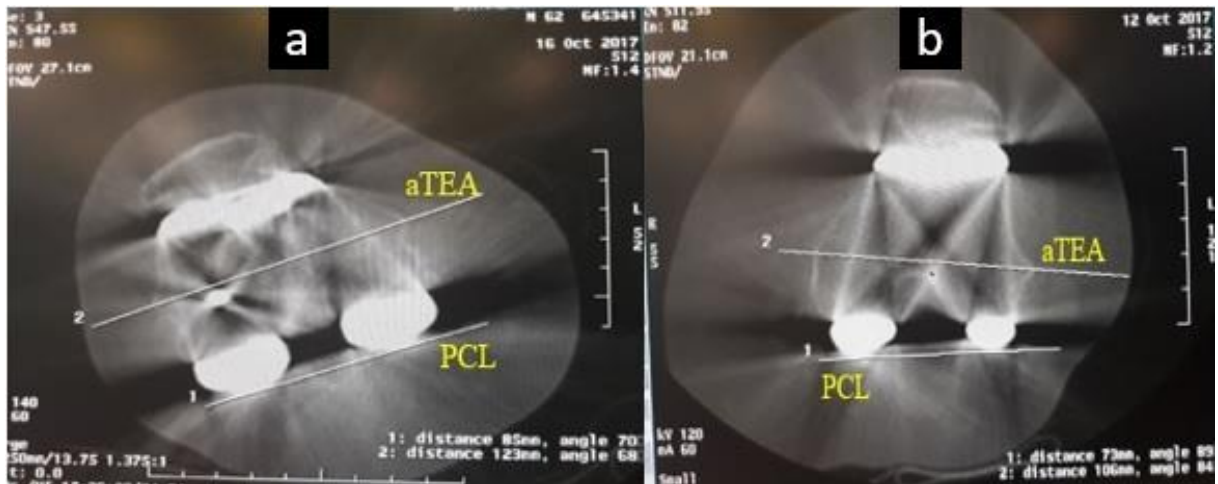
بین ژانویه ۲۰۱۶ تا مارس ۲۰۱۷، تعداد ۲۱۲ جراحی TKA روی ۲۱۲ بیمار با سابقه استئوآرتروز زانو (OA) انجام شد. بیماران را دو جراح با تجربه زانو از طریق روش پاراپاتلار قدامی-میانه یا میدواستوس با استفاده از پروتز تثبیت‌شده از خلف عمل کردند (Zimmer, Warsaw, IN, US). تمام جراحی‌ها براساس مفهوم مکانیکی جراحی آرتروپلاستی زانو انجام شد. قبل از عمل، زاویه‌های زیر در عکس‌های رادیوگرافی اندازه‌گیری شدند: زاویه واروس، زاویه پروکسیمال داخلی تیبیال، زاویه دیستال خارجی فمورال و زاویه همگرایی خط مفصل. یک سال پس از عمل، بیماران برای شرکت در مطالعه فراخوانده شدند و ۱۵۳ نفر از آن‌ها داوطلب شدند. از میان این افراد، ۵۹ بیمار به‌دلیل استئوآرتروز ثانویه، سابقه جراحی قبلی زانو، پیشرفت عفونت پس از جراحی یا شلی رباط‌ها و TKA مجدد از مطالعه کنار گذاشته شدند. در نهایت، ۱۰۹ بیمار واجد شرایط بودند و از آن‌ها خواسته شد رضایت‌نامه آگاهانه را امضا کنند. راستای کروئال اندام و قطعات پروتز در نمای AP اندازه‌گیری شد. معیارهای راستای کروئال قابل قبول به شرح زیر بودند:

- زاویه هیپ-زانو-مچ پا (HKA) =  $3^{\circ} \pm 18^{\circ}$
- خط مفصل افقی
- موازی بودن خط مفصلی قطعات پروتز

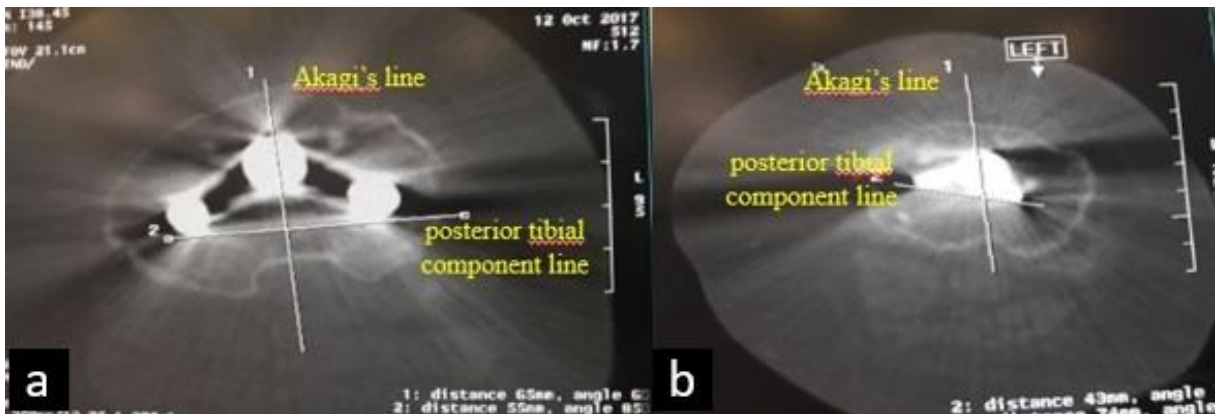
راستای کروئال قابل قبول در ۸۹ یا ۱۰۹ بیمار (۸۱/۶ درصد) مشاهده شد که برای سی‌تی‌اسکن ارجاع داده شدند. سایر بیماران از مطالعه کنار گذاشته شدند. سی‌تی‌اسکن در وضعیت خوابیده از متافیز دیستال استخوان فمور تا توبرکل استخوان تیبیا با ضخامت ۰/۶ میلی‌متر انجام شد. زانوها کاملاً کشیده شده بودند. پاها به‌گونه‌ای به هم بسته شدند که از راستای عمودی انگشت دوم اطمینان حاصل شود.

### پارامترهایی که در تصاویر سی‌تی‌اسکن اندازه‌گیری شدند

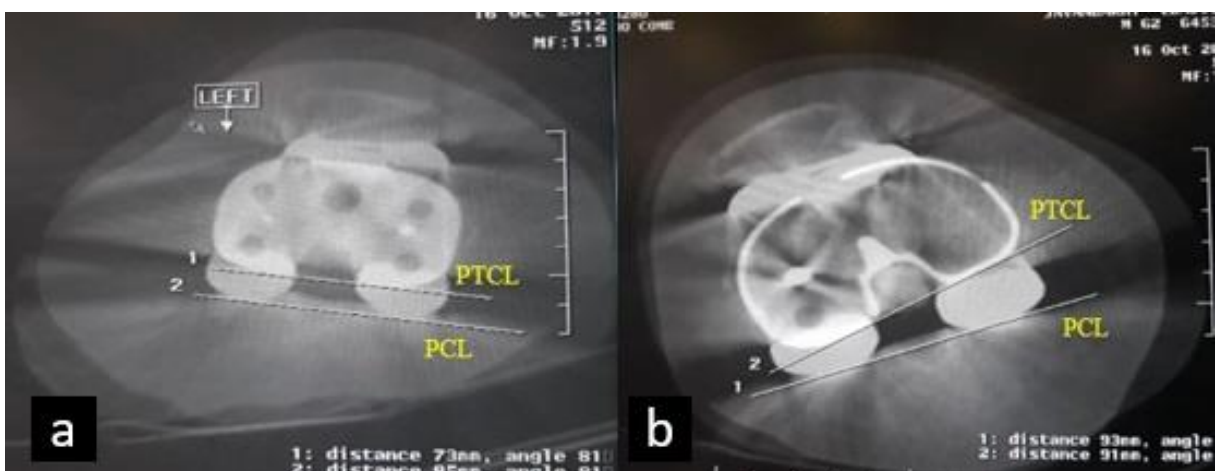
۱. راستای چرخشی قطعه فمورال: زاویه بین خط کوندیلار خلفی (PCL) قطعه فمورال و محور آناتومیک ترنس‌اپیکوندیلر قدامی-خلفی (aTEA). وضعیت چرخشی صحیح قطعه فمورال به‌صورت موازی بودن PCL و محور aTEA تعریف شد (شکل ۱). چرخش خارجی از ۰-۳ درجه به‌عنوان موازی بودن پذیرفته شد. مواردی که بیش از ۳ درجه چرخش خارجی



شکل ۱: الف) راستای چرخشی صحیح قطعه فمورال: خط کوندیلار خلفی (PCL) و محور آناتومیک ترنس‌اپیکوندیلر aTEA موازی هستند. ب) راستای چرخشی ناصحیح قطعه فمورال: واگرایی PCL و aTEA



شکل ۲: الف) راستای چرخشی صحیح قطعه تیبیال: خط آکاجی عمود بر خط جزء خلفی تیبیال (PTCL) است و ب) زاویه بین خط آکاجی و PTCL کمتر از ۹۰ درجه است.



شکل ۳: الف) راستای چرخشی موازی دو قطعه؛ خط کوندیلار خلفی (PCL) فمورال موازی با خط قطعه خلفی تیبیال (PTCL) است و ب) راستای چرخشی واگرایی دو قطعه

نتایج

صحيح بالاتر بود، اما تفاوت دو گروه از نظر آماری معنادار نبود ( $p=0/088$ ) در مقابل  $84/4 \pm 6$  (۸۲/۴ ± ۶) نتایج مشابهی نیز زمانی که نمره VAS مقایسه شد به دست آمد ( $8 \pm 0/8$  در مقابل  $7/6 \pm 1$ ) ( $p=0/068$ ).

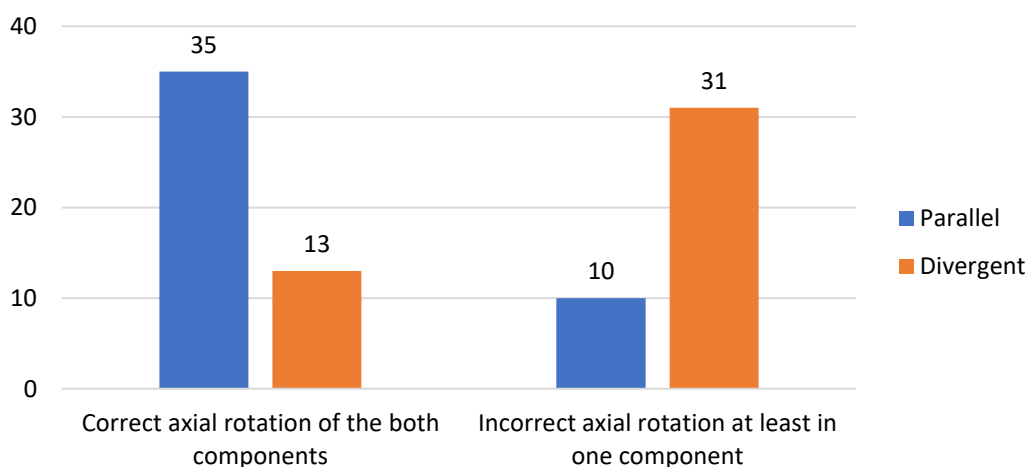
زاویه عدم تطابق بین دو قطعه از ۰ تا ۱۸ درجه متغیر بود. از مجموع ۸۹ بیمار، ۴۵ بیمار (۵۰/۶ درصد) در گروه موازی، ۲۹ بیمار (۳۲/۶ درصد) در گروه عدم تطابق متوسط و ۱۵ بیمار (۱۶/۸ درصد) در گروه عدم تطابق شدید قرار داشتند.

پس از کنار گذاشتن بیمارانی که اجزای چرخش داخلی داشتند، نمره KOOS بین سه گروه مقایسه شد: گروه موازی (۴۵ بیمار)، گروه عدم تطابق متوسط (۲۴ بیمار) و گروه عدم تطابق شدید (۱۳ بیمار). میانگین نمره KOOS در گروه عدم تطابق شدید ( $76/8 \pm 3/9$ ) به طور معناداری پایین تر از میانگین امتیاز گروه موازی ( $84 \pm 5$ ) و گروه عدم تطابق متوسط ( $85/6 \pm 4/5$ ) بود ( $p < 0/001$ ). با این حال، تفاوت معناداری بین بیماران گروه موازی و گروه عدم تطابق متوسط مشاهده نشد ( $p = 0/396$ ) (شکل ۵). یافته‌های مشابهی در خصوص رضایت بیمار (VAS) مشاهده شد. نمره VAS در بیماران گروه عدم تطابق شدید ( $0/9 \pm 6/9$ ) به طور معناداری پایین تر از بیماران گروه موازی ( $7/9 \pm 0/8$ ) و بیماران با عدم تطابق متوسط ( $7/8 \pm 1$ ) بود ( $p = 0/001$ ). نمره VAS در دو گروه آخر مشابه بود ( $p = 0/703$ ) (شکل ۶).

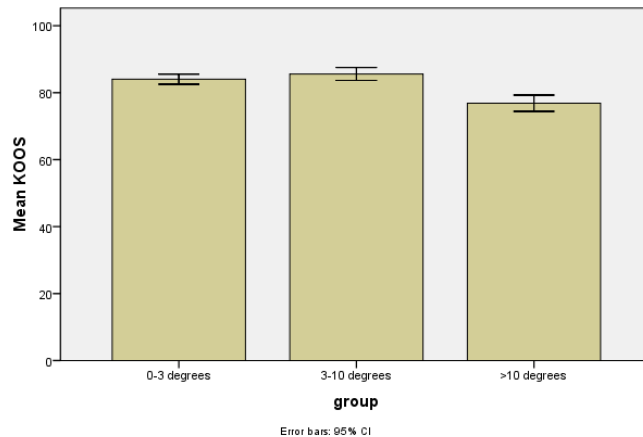
جدول ۱ ویژگی‌های بیماران را خلاصه می‌کند. براساس اندازه‌گیری‌های سی‌تی‌اسکن، قطعه فمورال در ۷۲ نفر از ۸۹ بیمار (۸۰/۹ درصد) و قطعه تیبیال در ۶۰ نفر از ۸۹ (۶۷/۴ درصد) در موقعیت چرخشی صحیح قرار داشتند. میزان outlier قطعات فمورال و تیبیال به ترتیب ۱۹/۱ درصد و ۳۲/۶ درصد بود. در ۴۸ نفر از ۸۹ بیمار (۵۳/۹ درصد)، هر دو قطعه در موقعیت صحیح قرار داشتند. در ۷ بیمار، قطعات پروتز چرخش داخلی داشتند (۲ قطعه فمورال و ۵ قطعه تیبیال) که از مطالعه کنار گذاشته شدند. شکل ۴ میزان موازی بودن راستای چرخشی دو قطعه پروتز را در بین بیمارانی که هر دو قطعه آن‌ها در وضعیت چرخشی صحیح قرار داشتند (۴۸ بیمار) و نیز بیمارانی که حداقل یکی از قطعات پروتز آن‌ها در وضعیت صحیح نبود (۴۱ بیمار) نشان می‌دهد. میزان موازی بودن راستای چرخشی دو قطعه با هم در مواردی که هر دو قطعه در راستای صحیح قرار داشتند بطور معناداری بالاتر بود (۷۲/۹ درصد در مقابل ۲۴/۴ درصد) ( $p < 0/001$ ). همان‌طور که نشان داده شده است، راستای چرخشی صحیح در ۳۵ بیمار از ۸۹ بیمار (۳۹/۳ درصد) مشاهده شد. نمره KOOS بین ۳۵ بیمار با راستای چرخشی صحیح و ۴۷ بیمار بدون راستای چرخشی صحیح مقایسه شدند. اگرچه نمره KOOS در بیماران با راستای

جدول ۱: ویژگی‌های زمینه‌ای بیماران

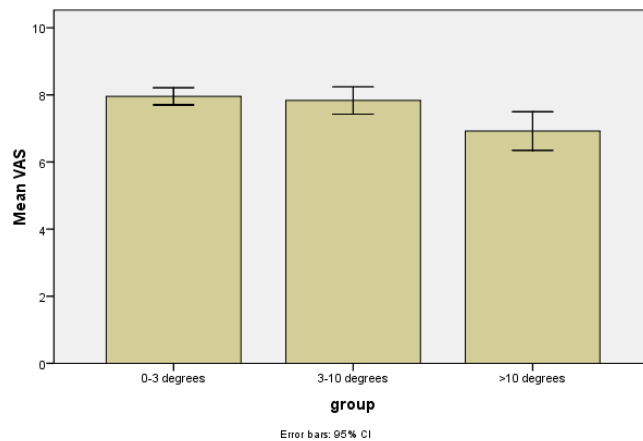
۸۹	تعداد بیماران	
$68/8 \pm 6/3$	میانگین سنی (سال)	
۲۶ (۲۹٪/۲)	مرد	جنس
۶۳ (۷۰٪/۸)	زن	
$29/4 \pm 4/1$	شاخص توده بدنی ( $kg/m^2$ )	



شکل ۴: فراوانی صفحات محوری موازی در بیمارانی که چرخش محوری صحیح هر دو جزء را دارند و در بیمارانی که حداقل در یکی از اجزا چرخش محوری نادرست دارند.



شکل ۵: مقایسه مقیاس‌های KOOS در بین بیمارانی با درجات مختلف عدم تطابق محوری بین دو جزء ( $p < 0.001$ )



شکل ۶: مقایسه رضایت بیمار (VAS) در بین بیمارانی با درجات مختلف عدم تطابق محوری بین دو جزء ( $p < 0.001$ )

## بحث

در دهه‌های اخیر، نگرش به راستای صحیح مفصل زانوی پروتزی تغییرات چشمگیری داشته است. لاک و اکر (Lotke and Ecker) در ۱۹۷۷ به این نتیجه رسیدند که نتایج بهینه زمانی به دست می‌آید که اندام پس از عمل TKA در زاویه ۳-۷ درجه والگوس قرار گیرد<sup>(۱۲)</sup>. در ۱۹۷۸، دنهام و بیسپاپ (Denham and Bishop) گزارش دادند که خط بارگذاری باید از مرکز تیبیال عبور کند، قطعه فمورال باید در زاویه  $4 \pm 7$  درجه والگوس نسبت به محور آناتومیک فمورال قرار گیرد و قطعه تیبیال باید در زاویه  $9.0 \pm 4$  درجه قرار داشته باشد<sup>(۱۴)</sup>.

پس از آن، راستای خنثی به چالش کشیده شد. در یک مطالعه کوهورت گذشته‌نگر، سالزمن و همکاران (Salzmann et al.) در ۲۰۱۷ نشان دادند که ۳-۶ درجه از واروس باقی‌مانده هیچ تأثیر منفی‌ای بر نتایج TKA در افراد مبتلا به استئوآرتریت واروس نداشت<sup>(۱۵)</sup>.

شواهد فراوانی وجود دارد که نشان می‌دهد قرارگیری قطعات پروتز در وضعیت واروس باعث کاهش نرخ بقا می‌شود<sup>(۲،۸)</sup>. فانگ و همکاران (Fang et al.) راستای والگوس در محدوده ۳/۵-۷/۵ درجه را تأیید می‌کنند<sup>(۱۶)</sup>. اما والگوس باقی‌مانده در اندام ممکن است با افزایش شل‌شدگی لیگامان جانبی داخلی (MCL) میزان نیاز به جراحی مجدد را افزایش دهد<sup>(۱۶)</sup>. به‌هرحال، حتی در راستای کینماتیک، قطعات باید در صفحه کروئال موازی با خط افقی و عمود بر محور مکانیکی اندام قرار گیرند. راستای خنثی در صفحه کروئال پیش‌نیاز شرکت در مطالعه حاضر در نظر گرفته شد که به کنار گذاشتن حدود ۱۹ درصد از بیماران انجامید. راستای طبیعی در صفحه ساژیتال در تمام بیماران ما مشاهده شد. هیچ‌کدام از بیماران دچار انحراف فمورال و انقباض فلکسیونی ناشی از آن نبودند<sup>(۱۷)</sup>. علاوه‌براین، قطعه فمورال در وضعیت فلکسیون بیش از حد (بیشتر از ۳ درجه) قرار نگیرد. قطعه تیبیال با توجه به نوع پروتز کاشته‌شده شیب (slope) مناسبی داشت.

حاضر، تکنیک فاصله‌ای، تکنیک برش اندازه‌گیری شده و سایر نشانگرها بسته به وضعیت بیمار در نظر گرفته شدند. یک روش رایج برای اندازه‌گیری چرخش قطعه فمورال اندازه‌گیری زاویه بین خط کوندیلار خلفی (PCL) و TEA قطعه است که در مطالعه حاضر نیز از آن استفاده شده است. اگرچه در زمان جراحی تلاش بر این بوده است تا قطعه فمورال در ۳ درجه چرخش خارجی قرار داده شود، اما در مطالعه حاضر چرخش خارجی در محدوده ۰-۶ درجه قابل قبول بود. راستای چرخشی قطعه فمورال در ۸۰/۹ درصد از بیماران قابل قبول بود و میزان ناهماهنگی ۱۹/۱ درصد بود. گفتنی است که تنها در ۲ بیمار (۲/۲ درصد) قطعه فمورال در چرخش داخلی قرار داشت. جدول ۲ میزان ناهماهنگی قطعه فمورال را در این مطالعه با برخی از مطالعات قبلی مقایسه می‌کند (۹-۱۱، ۲۱).

چندین نشانگر و تکنیک برای قرار دادن قطعه فمورال در صفحه چرخشی معرفی شده است. متأسفانه، مشکل چرخش نادرست، علی‌رغم معرفی تکنیک‌های جدیدی مانند تکنیک ساخت و جایگذاری ایمپلنت ویژه خود بیمار (PSI) و جراحی به کمک رایانه، همچنان پابرجا است. ویکتور (Victor) مقایسه‌ای بین وضعیت قرارگیری قطعات و ثبات زانو در تکنیک برش اندازه‌گیری شده (measured resection technique) (با استفاده از نشانگرهای آناتومیک) و تکنیک فاصله‌ای (gap technique) انجام داده است. نویسندگان به تغییرات نشانگرهای آناتومیک با پیشرفت استئوآرتریت و تأثیر هیپوپلازی کندیل فمورال بر قرارگیری قطعه فمورال اشاره کرده و توصیه به استفاده از هر دو تکنیک و چند نکته کلیدی شامل حفظ خط مفصلی داخلی، اجتناب از اصلاح بیش از حد ناهنجاری موجود، انتخاب اندازه مناسب و اندازه‌گیری دقیق‌تر نموده است (۱۸). در مطالعه

جدول ۲: خلاصه برخی از مطالعات قبلی که میزان outlier چرخشی قطعه فمورال را بررسی نموده اند.

نکات	درصد outlier یا میانگین چرخش در صفحه عرضی	تعریف	روش اندازه گیری چرخش قطعه فمورال	روش جایگذاری قطعه فمورال	تعداد بیماران	هدف اصلی	نویسنده
-	وضعیت قرارگیری خشتی: ۱۶ (۲۶/۷ درصد) Outlier داخلی: ۱۶ (۲۶/۷ درصد) Outlier خارجی: ۲۸ (۴۶/۶ درصد)	چرخش خشتی قطعه فمورال بین ۰/۳ درجه تا ۳/۵ درجه چرخش داخلی نسبت به STEA در نظر گرفته شد. زاویه کوندیلار خلفی خارج از این محدوده به عنوان outlier در نظر گرفته شد.	زاویه بین STEA و PCL قطعه فمورال (زاویه کوندیلار خلفی)	-	۶۰	تعیین ارتباط بین راستای نامناسب در TKA اولیه و نتایج زود هنگام مبتنی بر بیمار	Abdelnasser همکاران (۲۰۱۹) <sup>(۹)</sup>
نتایج بر اساس navigaton رایانه ای به دست آمد.	TEA: ۵۶ درصد PCL: ۷۲ درصد WSL: ۶۰ درصد روش فاصله ای: ۲۰ درصد	خطای بیشتر از ۵ درجه از راستای خشتی	-	TEA، چرخش خارجی از PCL، خط Whiteside و تکنیک فاصله ای	۲۵ مورد TKA با استفاده از سیستم navigation رایانه ای	مقایسه دقت TEA، چرخش خارجی از PCL، خط Whiteside و تکنیک فاصله ای	یاو و همکاران (۲۰۰۷) <sup>(۱۶)</sup>
-	PSI: ۲۳ درصد CVI: ۱۷/۲ درصد کلی: ۲۰/۳ درصد	انحراف بیشتر از ۳ درجه از راستای مورد نظر در هر جهت	زاویه بین STEA و خط مماس بر PCA CT	چرخش قطعه فمورال موازی با STEA تنظیم شد.	۶۴ بیمار در هر گروه	مقایسه راستای کرونال قطعه و راستای مکانیکال اندام در صفحه کرونال بین دو روش PSI و CVI	ویکتور و همکارانش (۲۰۱۱) <sup>(۱۷)</sup>

	۲۷: PSI درصد (۶ زانو) ۴۶: CVI درصد (۱۲ زانو) کلی: ۳۷/۵ درصد (۱۸ زانو)	انحراف بیشتر از ۳ درجه از راستای مورد نظر در هر جهت	TEA	CVI: یک صفحه موازی با خط خلفی کوندیل های فمور یا موازی با TEA در CT: توضیح داده نشده	۲۲: PSI زانو ۲۶: CVI زانو	مقایسه راستای پس از جراحی در یک RCT بین PSI و CVI	وولسون و همکاران (۲۰۱۴) <sup>(۱۸)</sup>
در سایر بیماران، قطعه فمورال در صفر تا ۳ درجه چرخش خارجی قرار داده شد.	۲۰: PSI درصد در چرخش داخلی ۳۵: CVI درصد در چرخش داخلی کلی: ۱۷/۵ درصد در چرخش داخلی	-	-	TEA	۲۰ بیمار در هر گروه	مقایسه چرخش بین PSI و CVI	پارات و همکاران (۲۰۱۳) <sup>(۱۹)</sup>
انحراف بیشتر از یک درجه در بیشتر از ۵۰ درصد بیماران مشاهده شد.	چرخش داخلی در ۳۶ درصد	-	چرخش قطعه فمورال با sTEA روی CT مقایسه شد.	روش محور چرخشی بالینی	۸۰ زانو	ارزیابی دقت و تغییرپذیری روش محور چرخشی بالینی	اونان و همکاران (۲۰۱۷) <sup>(۲۰)</sup>
-	۱۹/۱ درصد	- انحراف بیشتر از ۳ درجه در چرخش خارجی - هر میزان از چرخش داخلی	زاویه بین PCL قطعه فمورال و cTEA در CT	روش های مختلف شامل تکنیک فاصله ای و تکنیک برش اندازه گیری شده	۸۹ بیمار	ارزیابی ارتباط بین راستای چرخشی قطعات پروتز و نتایج TKA	مطالعه حاضر

RCT: randomized clinical trial; PSI: patient specific instrumentation; CVI: conventional instrumentation; TEA: transepicondylar axis; sTEA: surgical transepicondylar axis, cTEA: clinical transepicondylar axis; PCL: posterior condylar line;

مشکلی که هنگام استفاده از نشانگرهای آناتومیک وجود دارد تغییرپذیری موقعیت برجستگی تیبیال در ناهنجاری‌های زانو است. همچنین، سطح برش استخوان در طول عمل ممکن است نقاط مورد نظر را تغییر دهد. خط ATB به نظر می‌رسد که از سایر نشانگرها قابل‌اعتمادتر است. با این حال، یافتن این خط نیز دشوار است و بیشتر زمانی استفاده می‌شود که پروتزهای متقارن قرار استفاده شوند. این خط معمولاً در استئوآرتربت پیشرفته به دلیل تشکیل اوستئوفیت‌های متعدد و نیز دفورمیتی پلاتوی تیبیا دیده نمی‌شود.

تمام روش‌های جراحی مبتنی بر ایجاد هم‌راستایی در صفحه ساژیتال بین قطعات تیبیال و فمورال است. نتایج به قرارگیری دقیق قطعه

جایگذاری قطعه تیبیال پیچیده‌تر است. نشانگرهای آناتومیک و تکنیک‌های جراحی برای این کار معرفی شده‌اند. از میان نشانگرهای آناتومیک، برجستگی تیبیال (لبه داخلی یا یک‌سوم داخلی آن)، خط آکاجی (از برجستگی داخلی تیبیال تا وسط محل اتصال رباط صلیبی خلفی) محور عرضی داخلی-خارجی (برجسته‌ترین نقطه قوس داخلی تا برجسته‌ترین نقطه قوس خارجی) و لبه قدامی تیبیا (ATB) رایج‌تر هستند<sup>(۲۲-۲۴)</sup>. اگرچه این موضوع هنوز مورد بحث است، پاپسکو و همکاران (Popescu et al.) نشان دادند که خط آکاجی و لبه قدامی تیبیا دقیق‌ترین و قابل‌اعتمادترین نشانگرهای آناتومیک هستند<sup>(۲۵)</sup>.

قطعه تیبیال، زاویه بین TEA تیبیال و خط مماس به keel های تیبیال، روش برگر و محور قدامی خلفی (از خط آکاجی تا لبه خلفی قطعه تیبیال)<sup>(۳۰-۲۶، ۹، ۱۳)</sup>. با این حال، در مطالعه حاضر، از آخرین روش استفاده شده است. در حال حاضر، هیچ روشی به عنوان استاندارد طلایی برای اندازه‌گیری چرخش قطعه تیبیال شناخته نشده است که در جراحی مجدد بیماران با TKA دردناک اهمیت بیشتری دارد. میزان راستای چرخشی نادرست قطعه تیبیال ۳۲/۶ درصد بود. در ۵ بیمار، قطعه تیبیال چرخش داخلی داشت (۵/۶ درصد). در مطالعات قبلی که از روش‌های مختلف برای جایگذاری قطعه تیبیال و اندازه‌گیری راستای چرخشی آن استفاده کرده‌اند، میزان چرخش نادرست بین ۵/۴ درصد تا ۹۵ درصد گزارش شده است (جدول ۳)<sup>(۳۱، ۲۲، ۲۰، ۹)</sup>.

فمورال بستگی دارد<sup>(۵)</sup>. علاوه بر این، ممکن است برخی عوامل ناشناخته مانند کشش بافت‌های نرم در هم‌راستایی قطعه تیبیال با قطعه فمورال تأثیر بگذارند. روش‌های دینامیک برای زانو‌هایی با ناهنجاری کم و پروتزهای PS مناسب‌تر هستند. اخیراً اینوچنتی و همکاران (Innocenti et al.) تکنیکی را با استفاده از یک حسگر هوشمند برای جایگذاری چرخشی قطعه تیبیال نسبت به قطعه فمورال با وضعیت چرخشی ثابت توصیف کرده‌اند. نویسندگان نشان دادند که این تکنیک میزان ناهماهنگی چرخشی را کاهش می‌دهد<sup>(۴)</sup>. در مطالعه حاضر، هر یک از روش‌های ممکن یا ترکیبی از آن‌ها استفاده شده‌اند. چندین روش برای اندازه‌گیری چرخش قطعه تیبیال معرفی شده است، از جمله اندازه‌گیری زاویه بین TEA فمورال و محور داخلی-خارجی پایه

جدول ۳: خلاصه برخی از مطالعات قبلی که میزان outlier چرخشی قطعه فمورال را بررسی نموده‌اند

نکات	درصد outlier یا میانگین چرخش در صفحه عرضی	تعریف	روش اندازه‌گیری چرخش قطعه فمورال	روش جایگذاری قطعه فمورال	تعداد بیماران	هدف اصلی	نویسنده
-	- چرخش طبیعی: ۲۸ (۴۶/۶ درصد) - outlier در جهت چرخش داخلی: ۲۲ (۳۶/۶ درصد) - outlier در جهت چرخش خارجی: ۱۰ (۱۶/۸ درصد)	زاویه بیش از ۱۸ درجه چرخش داخلی	پروتوکل Berger: زاویه بین محور توبروزیته تیبیا و محور قطعه تیبیال	-	۶۰	تعیین ارتباط بین راستای نامناسب در TKA اولیه و نتایج زودهنگام مبتنی بر بیمار	Abdelnasser و همکاران (۲۰۱۹) <sup>(۹)</sup>
-	قرینه: الف- ۱/۳ درجه در چرخش خارجی ب- ۹۱ درصد در راستای بین صفر تا ۳ درجه قرار داده شدند. ج- چرخش داخلی در ۲۰ درصد آناتومی‌کال: الف- ۴/۱ درجه در چرخش خارجی ب- ۴۷/۵ درصد در راستای بین صفر تا ۳ درجه قرار داده شدند. تمام موارد در چرخش خارجی بودند	-	STEA	کورتکس قدامی تیبیا	گروه ۱: ۴۰ بیمار با یک قطعه تیبیال PS گروه ۲: ۴۰ بیمار با یک قطعه تیبیال آناتومی‌کال PS	تأثیر طرح‌های جدید قطعه تیبیال بر راستای چرخشی آن ارزیابی شد.	ایندلی و همکاران (۲۰۱۵) <sup>(۳۱)</sup>
-	گروه ژنواروم: الف- ۱/۹ درجه چرخش داخلی نسبت به aTEA؛ ب- ۶/۱ درجه چرخش خارجی نسبت به استخوان تیبیا گروه ژنوالگوم: الف- ۳ درجه چرخش داخلی نسبت به aTEA؛ ب- ۱۲/۵ درجه چرخش خارجی نسبت به استخوان تیبیا	-	۱- زاویه بین aTEA و محور marginal خلفی ۲- قطعه تیبیال؛ زاویه بین محور marginal خلفی قطعه تیبیال و محور marginal خلفی استخوان تیبیا	تکنیک self-positioning	- ۵۰ زانوی دچار واروس (دفورمیتی برابر ۷/۸ درجه) - ۴۴ زانوی دچار والگوس (دفورمیتی برابر ۸/۷ درجه)	اندازه‌گیری وضعیت قرارگیری قطعه تیبیال در صفحه عرضی با توجه به قطعه فمورال	برهوت و همکاران (۲۰۱۱) <sup>(۳۷)</sup>

در سایر بیماران قطعه تیبیال در صفر تا ۱۵ درجه چرخش خارجی قرار داشت.	PSI: ۷۵ درصد در چرخش داخلی CVI: ۹۵ درصد در چرخش داخلی کلی: ۸۵ درصد در چرخش داخلی	-	-	برجستگی قدامی تیبیا با توجه به بهترین تطابق با کورتکس قدامی	۲۰ بیمار در هر گروه	مقایسه چرخش بین CVI و PSI	پارات و همکاران (۲۰۱۳) <sup>(۱۹)</sup>
-	روش ۱ - گروه CVI: ۲۸/۶ درصد در چرخش خارجی و ۵/۴ درصد در چرخش داخلی - گروه PSI: ۶/۷ درصد در چرخش خارجی روش ۲ - گروه CVI: ۲۱/۴ درصد در چرخش خارجی و ۴/۴ درصد در چرخش داخلی - گروه PSI: ۶/۷ درصد در چرخش خارجی روش ۳، تکرارپذیری ضعیفی داشت.	بیشتر از ۹ درجه چرخش خارجی یا بیشتر از ۱ درجه چرخش داخلی	زاویه بین سه خط با خط مماس بر keel های تیبیا اندازه گیری شد: ۱- خط مماس بر کوندیل های درسال تیبیا؛ ۲- TEA تیبیال؛ ۳- توبرکل تیبیا	-	گروه PSI: ۳۰ بیمار گروه CVI: ۲۸ بیمار	بررسی تأثیر استفاده از PSI در قرارگیری قطعه تیبیال در بهترین راستای چرخشی	هایس و تیبسکو (۲۰۱۵) <sup>(۲۵)</sup>
-	۳۲/۶ درصد	- بیشتر از ۳ درجه چرخش خارجی - هر مقدار از چرخش داخلی	خط Akagi	تکنیک self-range of motion با توجه به نشانه های آناتومیک و تکنیک on-curve	۸۹ بیمار	ارزیابی ارتباط بین راستای چرخشی قطعات پروتز و نتایج TKA	مطالعه حاضر

تیبیال و موازی بودن دو قطعه). اگرچه نمره های KOOS و VAS در گروه اول بهتر از گروه دوم بود، این تفاوت از نظر آماری معنادار نبود. این یافته نشان می‌دهد که ممکن است عوامل دیگری مانند عوامل پیش از عمل، عوامل مرتبط با بیمار و انتظارات بیمار در رضایت او تأثیر بگذارند. در سال‌های اخیر، توجه زیادی به موازی بودن محور چرخشی قطعات فمورال و تیبیال شده است. در تحلیل دوم تأثیر عدم تطابق چرخشی بر نمره های KOOS و VAS بررسی شد. نمره ها بین گروه‌های موازی، عدم تطابق متوسط و عدم تطابق شدید پس از حذف بیمارانی که دچار چرخش داخلی قطعات پروتز بودند مقایسه شدند. میانگین نمره KOOS در گروه عدم تطابق شدید به‌طور معناداری کمتر از دو گروه دیگر بود. علاوه بر این، از مقایسه نمره های VAS (رضایت بیمار) نتایج مشابهی به دست آمد. نمره VAS در گروه عدم تطابق شدید به‌طور معناداری پایین‌تر

نویسندگان سعی کردند بررسی کنند که چگونه راستای چرخشی در نتایج عملکردی و رضایت بیمار تأثیر می‌گذارد. دو معیار برای این ارزیابی‌ها استفاده شد. KOOS برای سنجش نتایج عملکردی و VAS برای اندازه‌گیری رضایت بیمار. در هر حال، در حال حاضر، هیچ توافقی در خصوص بهترین روش برای اندازه‌گیری رضایت بیمار پس از جراحی وجود ندارد.

در این مطالعه ارزیابی پیش از عمل برای پیش‌بینی رضایت بیمار انجام نشد. علاوه بر این، از بیماران پرسیده نشد که چرا با انجام TKA موافقت کردند؛ دلیل آن شدت درد بوده یا ناتوانی<sup>(۱)</sup>. در آخرین ویزیت پس از عمل، دو پرسش‌نامه فوق توسط یک محقق ارتوپدی بی‌طرف تکمیل کرد. داده‌ها به دو روش تحلیل شدند. ابتدا، داده‌ها بین بیماران با و بدون راستای چرخشی صحیح مقایسه شد (چرخش صحیح قطعات فمورال و

با این حال، مطالعه حاضر نشان داد که یکی از عوامل مربوط به جراحی که ممکن است در رضایت بیمار تأثیر منفی بگذارد عدم تطابق چرخشی بیشتر از ۱۰ درجه است، در حالی که عدم تطابق تا ۱۰ درجه ممکن است اهمیت زیادی نداشته باشد. اگر تأثیرات منفی این مقادیر عدم تطابق با عوامل منفی دیگر تشدید شود، ممکن است جراحی اصلاحی زودهنگام ضرورت پیدا کند. بنابراین، اگرچه لازم است تکنیک‌های جراحی و شرایط مربوط به جراحی بهبود یابند و اندیکاسیون انجام جراحی رعایت شود، گفت‌وگوی پیش از عمل با بیمار درباره اهداف جراحی و میزان بهبودی‌ای که ممکن است حاصل شود برای نزدیک کردن انتظارات بیمار به واقعیت امری ضروری است.

در نهایت، موارد زیر باید به عنوان نکات کلیدی بحث در نظر گرفته شوند:

- جراحی آرتروپلاستی کامل زانو (TKA) یک جراحی بزرگ ارتوپدی با نتایج خوب و رضایت بالای بیمار است که می‌تواند بهبود یابد.
  - جراحان در مقایسه با بیماران در جراحی TKA رضایت بیشتری دارند.
  - میزان رضایت بیماران تا حد قابل توجهی به جراح وابسته است و با دقت بیشتر و تحقیق می‌توان آن را افزایش داد.
  - در میان عوامل مربوط به بیمار، انتظار بیمار به نظر می‌رسد که از سایر عوامل مهم‌تر باشد. انتظارات غیرمنطقی می‌تواند به‌طور منفی در رضایت بیمار تأثیر بگذارد.
  - اطلاع‌رسانی قبل از عمل به بیماران در خصوص اهداف جراحی و نتایج آن نقش مهمی در پیشگیری از نارضایتی بیمار پس از جراحی دارد.
  - انجام جراحی آرتروپلاستی کامل زانو (TKA) قبل از تخریب نقاط آناتومیکی به دلیل پیشرفت استئوآرتریت ضروری است.
- محدودیت اصلی مطالعه کنونی این بود که انگیزه بیمار برای انجام جراحی آرتروپلاستی کامل زانو (TKA) بررسی نشد. علاوه بر این، هنوز هیچ ابزار کاملاً معتبر و قابل‌اعتمادی برای ارزیابی رضایت بیمار پس از جراحی وجود ندارد. اگرچه معیارهای استفاده‌شده در این مطالعه رایج هستند، هرکدام از آن‌ها معایب خاص خود را دارند.

### نتیجه‌گیری

راستای چرخشی نامناسب در درصد قابل‌توجهی از قطعات تیبیال مشاهده شد. به نظر می‌رسد که عدم تطابق چرخشی بیش از ۱۰ درجه می‌تواند به نتایج عملکردی ضعیف‌تر و کاهش رضایت بیمار منجر شود. با این حال، عدم تطابق چرخشی تا ۱۰ درجه قابل‌قبول است.

بود که نشان می‌دهد عدم تطابق چرخشی قابل توجه می‌تواند رضایت بیمار را کاهش دهد. با این حال، بین دو گروه دیگر از نظر نمره های KOOS و VAS تفاوت آماری معناداری وجود نداشت. این یافته نشان می‌دهد که عدم تطابق چرخشی فقط زمانی می‌تواند در نتایج TKA تأثیر بگذارد که بیشتر از ۱۰ درجه باشد.

در مطالعات قبلی، با تعاریف و روش‌های مختلف اندازه‌گیری چرخش، فراوانی عدم تطابق چرخشی تا حدود ۳۸ درصد گزارش شده است<sup>(۳۳)</sup>. اخیراً کواگوچی و همکاران (Kawaguchi et al.) دریافتند که میانگین ناهماهنگی چرخشی بین دو قطعه برابر ۱/۸ درجه چرخش داخلی قطعه تیبیال نسبت به قطعه فمورال بود (محدوده: ۱۱/۳ درجه چرخش داخلی تا ۷/۳ درجه چرخش خارجی)<sup>(۳۳)</sup>. در ۲۰۱۲، هارمن و همکاران (Harman et al.) نشان دادند که عدم تطابق چرخشی ۰-۵ درجه در هر جهتی تأثیری بر عملکرد زانو ندارد، در حالی که مقادیر خارج از این محدوده می‌تواند تأثیری جدی در کینماتیک زانو بگذارد<sup>(۳۴)</sup>. مانند مطالعه کنونی، لازرن و همکاران (Lutzner et al.) نشان دادند که عدم تطابق چرخشی بالاتر از ۱۰ درجه می‌تواند در کینماتیک زانو و نتایج بالینی تأثیر منفی بگذارد<sup>(۳۵)</sup>. نیکول و راولی (Nicoll and Rowley) گزارش کردند که عدم تطابق بیشتر از ۱۱ درجه ممکن است به TKA دردناک منجر شود<sup>(۳۲)</sup>. هرناندز-هرموسو و همکاران (Hernandez-Hermoso et al.) نشان دادند که وجود عدم تطابق چرخشی حداقل بین دو قطعه پروتز، چرخش خارجی کوچک قطعه فمورال و چرخش داخلی کوچک قطعه تیبیال پیش‌بینی‌کننده TKA موفق است<sup>(۳۰)</sup>. با این حال، اطلاعات ما در خصوص تأثیرات عدم تطابق چرخشی بر نتایج TKA همچنان محدود است و به مطالعات بیشتری نیاز است.

زمانی که داده‌های تحقیق جاری در ۲۰۱۷ تکمیل شد، نویسندگان تصمیم گرفتند که عدم تطابق چرخشی ۱۰ درجه یا بیشتر را به عنوان مقدار نشان دهنده نیاز به جراحی اصلاحی در نظر بگیرند. با این حال، به دلایل مختلف نتوانستند نتایج خود را در آن زمان منتشر کنند. تا کنون، همچنان هیچ توافقی در خصوص میزان عدم تطابق چرخشی که نیاز به جراحی اصلاحی را ایجاد می‌کند وجود ندارد.

ممکن است عوامل مختلفی غیر از راستای پروتزی و اندام در رضایت بیمار پس از جراحی TKA تأثیر بگذارد. عوامل متعددی شامل عوامل مربوط به جراحی و عوامل مربوط به بیمار به‌ویژه انتظارات بیمار می‌توانند در نتایج نهایی مؤثر باشند. با این حال، بسیاری از عوامل مربوط به بیمار مانند سن، شاخص توده بدن (BMI)، شخصیت، جنسیت و شدت استئوآرتریت (OA) در اختیار جراح نیستند، در حالی که دیدگاه بیمار درباره جراحی و انتظارات او از نتایج جراحی می‌تواند قبل از عمل به‌طور مؤثر راهنمایی و هدایت شوند. گزارش‌هایی وجود دارد که اهمیت انتظارات بیمار را به‌عنوان عامل اصلی تأثیرگذار در رضایت بیمار پس از عمل جراحی نشان می‌دهند<sup>(۱،۳۶)</sup>.

## منابع

- Patients. *Orthopedics* 2010;33(2):76-80. doi: 10.3928/01477447-20100104-07.
- 13 Hadi M, Barlow T, Ahmed I, Dunbar M, McCulloch P, Griffin D. Does malalignment affect patient reported outcomes following total knee arthroplasty: a systematic review of the literature. *Springer Plus* 2016;5:1201. doi: 10.1186/s40064-016-2790-4.
  - 14 Denham RA, Bishop RE. Mechanics of the knee and problems in reconstructive surgery. *J Bone Joint Surg [Br]* 1978;60-B:345-352. doi: 10.1302/0301-620X.60B3.355258.
  - 15 Salzmann M, Fennema P, Becker R, Hommel H. Does Postoperative Mechanical Axis Alignment Have an Effect on Clinical Outcome of Primary Total Knee Arthroplasty? A Retrospective Cohort Study. *Open Orthop J* 2017;11:1330-1336. doi: 10.2174/1874325001711011330.
  - 16 Fang DM, Ritter MA, Davis KE. Coronal alignment in total knee arthroplasty: just how important is it? *J Arthroplast* 2009;24(6 Suppl):39-43. doi: 10.1016/j.arth.2009.04.034.
  - 17 Kazemi SM, Shafaghi T, Minaei R, Osanloo R, Abrishamkarzadeh H, Safdari F. The Effect of Sagittal Femoral Bowing on the Femoral Component Position in Total Knee Arthroplasty. *Arch Bone Jt Surg* 2017;5(4):250-254.
  - 18 Victor J. Optimising position and stability in total knee arthroplasty. *EFORT Open Rev* 2017;2(5):215-220. doi: 10.1302/2058-5241.2.170001.
  - 19 Yau WP, Chiu KY, Tang WM. How precise is the determination of rotational alignment of the femoral prosthesis in total knee arthroplasty. An in vivo study. *J Arthroplasty* 2007;22(7):1042-1047. doi: 10.1016/j.arth.2006.12.043.
  - 20 Parratte S, Blanc G, Boussemart T, Ollivier M, Le Corroller T, Argenson JN. Rotation in total knee arthroplasty: no difference between patient-specific and conventional instrumentation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013;21(10):2213-9. doi: 10.1007/s00167-013-2623-8.
  - 21 Aunan E, Østergaard D, Meland A, Dalheim K, Sandvik L. A simple method for accurate rotational positioning of the femoral component in total knee arthroplasty A prospective study on 80 knees with 3 years' follow-up with CT scans and functional outcome. *Acta Orthop* 2017;88(6):657-663. doi: 10.1080/17453674.2017.1362733.
  - 22 Indelli PF, Graceffa A, Baldini A, Payne B, Pipino G, Marcucci M. Relationship between tibial baseplate design and rotational alignment landmarks in primary total knee arthroplasty. *Arthritis* 2015;2015:189-294. doi: 10.1155/2015/189294.
  - 23 Akagi M, Oh M, Nonaka T, Tsujimoto H, Asano T, Hamanishi C. An anteroposterior axis of the tibia for total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 2004;420:213-219. doi: 10.1097/00003086-200403000-00030.
  - 24 Kataoka T, Iizawa N, Oshima Y, Majima T. Difference in Rotational Alignment of the Tibial Component, as Determined by the Range-of-Motion Technique and Akagi's Line, is Influenced by Tibial Varus Deformity: A Cross-Sectional Study. *J Nippon Med Sch* 2024;91(5):480-487. doi: 10.1272/jnms.JNMS.2024\_91-513.
  - 1 Bourne RB, Chesworth BM, Davis AM, Mahomed NN, Charron KD. Patient satisfaction after total knee arthroplasty: who is satisfied and who is not? *Clin Orthop Relat Res* 2010;468(1):57-63. doi: 10.1007/s11999-009-1119-9.
  - 2 Lotke PA, Ecker ML. Influence of positioning of prosthesis in total knee replacement. *J Bone Joint Surg Am* 1977;59(1):77-79.
  - 3 Gromov K, Korchi M, Thomsen MG, Husted H, Troelsen A. What is the optimal alignment of the tibial and femoral components in knee arthroplasty? An overview of the literature. *Acta Orthopaedica* 2014; 85(5):480-487. doi: 10.3109/17453674.2014.940573.
  - 4 Innocenti M, Secci G, Zanna L, Sani G, Stimolo D, Matassi F, Carulli C, Civinini R. Following the anatomy of the proximal tibia with a standard anatomic technique and the use of an asymmetrical tibial base plate can lead to a mismatched internal components' rotation in mechanically aligned total knee arthroplasty. *Arthroplast Today* 2024;28:101464. doi: 10.1016/j.artd.2024.101464.
  - 5 Baldini A, Indelli PF, De luca L, Mariani PC, Marcucci M. Rotational alignment of the tibial component in total knee arthroplasty: the anterior tibial cortex is a reliable landmark. *Joints* 2013; 1(4):155-160. doi: 10.11138/jts/2013.1.4.1455.
  - 6 Abdelnasser MK, Adi MM, Elnaggar AA, Tarabichi S. Internal rotation of the tibial component in total knee arthroplasty can lead to extension deficit. *Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc* 2019; 28:639-647. doi: 10.1007/s00167-019-05695-w.
  - 7 Valkering KP, Breugem SJ, van den Bekerom MPJ, Tuinebreijer WE, van Geenen RCI. Effect of rotational alignment on outcome of total knee arthroplasty; A systematic review of the literature and correlation analysis. *Acta Orthopaedica* 2015;86(4):432-439. doi: 10.3109/17453674.2015.1022438
  - 8 Kim Y-H, Park J-W, Kim J-S, Park S-D. The relationship between the survival of total knee arthroplasty and postoperative coronal, sagittal and rotational alignment of knee prosthesis. *Int Orthop* 2014;38:379-385. doi: 10.1007/s00264-013-2097-9.
  - 9 Abdelnasser MK, Elsherif ME, Bakr H, Mahran M, Othman MHM, Khalifa Y. All types of component malrotation affect the early patient-reported outcome measures after total knee arthroplasty. *Knee Surg Relat Res* 2019;31:5. doi: 10.1186/s43019-019-0006-2.
  - 10 Victor J, Dujardin J, Vandenneucker H, Arnout N, Bellemans J. Patient-specific guides do not improve accuracy in total knee arthroplasty; a prospective randomized controlled trial. *Clin Orthop Relat Res* 2014;472:263-271. doi: 10.1007/s11999-013-2997-4.
  - 11 Woolson ST, Harris AHS, Wagner DW, Giori NJ. Component alignment during total knee arthroplasty with use of standard or custom instrumentation. a randomized clinical trial using computed tomography for postoperative alignment measurement. *J Bone Joint Surg Am* 2014;96:366-72. doi: 10.2106/JBJS.L.01722.
  - 12 Suda AJ, Seeger JB, Bitsch RG, Krueger M, Clarius M. Are Patients' Expectations of Hip and Knee Arthroplasty Fulfilled? A Prospective Study of 130

- 25 Popescu R, Haritinian EG, Cristea S. Methods of intra- and post-operative determination of the position of the tibial component during total knee replacement. *Int Orthop* 2020;44(1):119-128. doi: 10.1007/s00264-019-04424-9.
- 26 Osano K, Nagamine R, Todo M, Kawasaki M. The effect of malrotation of tibial component of total knee arthroplasty on tibial insert during high flexion using a finite element analysis. *Sci World J* 2014;2014:695028. doi: 10.1155/2014/695028.
- 27 de Valk EJ, Noorduyn JCA, Mutsaerts ELAR. How to assess femoral and tibial component rotation after total knee arthroplasty with computed tomography: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2016;24(11):3517-3528. doi: 10.1007/s00167-016-4325-5.
- 28 Heyse TJ, Tibesku CO. Improved tibial component rotation in TKA using patient-specific instrumentation. *Arch Orthop Trauma Surg* 2015;135:697-701. doi: 10.1016/j.knee.2012.10.009.
- 29 Berger RA, Crossett LS, Jacobs JJ, Rubash HE. Malrotation causing patellofemoral complications after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 1998;356:144-153. doi: 10.1097/00003086-199811000-00021.
- 30 Hernández-Hermoso JA, Nescolarde L, Yañez-Siller F, Calle-García J, Garcia-Perdomo D, Pérez-Andres R. Combined femoral and tibial component total knee arthroplasty device rotation measurement is reliable and predicts clinical outcome. *J Orthop Traumatol*. 2023;24(40):1-12. doi: 10.1186/s10195-023-00718-2.
- 31 Berhouet J, Beaufils P, Boisrenoult P, Frasca D, Pujol D. Rotational positioning of the tibial tray in total knee arthroplasty: A CT evaluation. *Orthop Traumatol Surg Res* 2011;97:699-704. doi: 10.1016/j.otsr.2011.05.006.
- 32 Nicoll D, Rowley DI. Internal rotational error of the tibial component is a major cause of pain after total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br* 2010;92B(9):1238-1244. doi: 10.1302/0301-620X.92B9.23516.
- 33 Kawaguchi K, Inui H, Taketomi S, Yamagami R, Kono K, Sameshima S, Kage T, Tanaka S. Preoperative tibiofemoral rotational alignment is a risk factor for component rotational mismatch in total knee arthroplasty. *Knee* 2021;29:448-456. doi: 10.1016/j.knee.2021.02.028.
- 34 Harman MK, Banks SA, Kirschner S, Lützner J. Prosthesis alignment affects axial rotation motion after total knee replacement: a prospective in vivo study combining computed tomography and fluoroscopic evaluations. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2012;13(8):1-6. doi: 10.1186/1471-2474-13-206.
- 35 Lützner J, Kirschner S, Günther K-P, Harman MK. Patients with no functional improvement after total knee arthroplasty show different kinematics. *Int Orthop* 2012;36:1841-1847. doi: 10.1007/s00264-012-1584-8.
- 36 Gibon E, Goodman MJ, Goodman SB. Patient satisfaction after total knee arthroplasty a realistic or imaginary goal? *Orthop Clin N Am* 2017;48(4):421-431. doi: 10.1016/j.ocl.2017.06.001.

## اصلاح لوردوز لومبار در فیوژن خلفی - مقایسه گرفت استخوانی بین مهرهای از قدام با گذاشتن کیج از قدام

### چکیده:

**مقدمه:** از دست دادن لوردوز عامل مهمی در ایجاد انحطاط ستون فقرات است. روش‌های درمانی متعددی در اصلاح لوردوز سگمنتال در مهره‌های لومبوساکرال وجود دارد. در این مطالعه به مقایسه میزان اصلاح لوردوز لومبار بیماران تحت جراحی پوسترئور لومبار اینتربادی فیوژن با استفاده از peek cage و ایمپکشن آلوگرافت پرداخته شد.

**مواد و روش‌ها:** در این کار آزمایشی بالینی اصلاح لوردوز لومبار بعد از جراحی پوسترئور لومبار اینتربادی فیوژن در بیماران یک مرکز دانشگاهی ۱۴۰۱ بررسی شد. تعداد ۲۱ بیمار به‌طور تصادفی در دو گروه درمان با ایمپکشن آلوگرافت (۱۰ بیمار) و درمان با استفاده از Peek cage (۱۱ بیمار) بررسی شدند. اصلاح لوردوز قبل و روز بعد از جراحی و همچنین شدت درد و عوارض جانبی بعد از گذشت ۲ هفته از جراحی در بیماران بررسی شد. نتایج با استفاده از نرم‌افزار SPSS ورژن ۲۵ تجزیه و تحلیل شدند.

**نتایج و بحث:** بیمار با میانه سن بیماران ۵۶ سال و ۳۸/۱ درصد مرد و بقیه زن بررسی شدند. نتایج نشان داد در هر دو رویکرد درمانی ایمپکشن آلوگرافت ( $P < 0/001$ ) و استفاده از Peek cage ( $P < 0/0001$ ) لوردوز لومبار بعد از عمل جراحی در مقایسه با قبل از جراحی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. درصد تغییرات در زاویه لوردوز در روش ایمپکشن آلوگرافت به‌طور معنی‌داری بیشتر از استفاده از Peek cage بود ( $P = 0/01$ ). تفاوت معنی‌داری در شدت درد پس از جراحی در دو روش وجود نداشت. هیچ عوارض جانبی جدی در هیچ کدام از بیماران دو گروه گزارش نشد. **نتیجه‌گیری:** ایمپکشن آلوگرافت اصلاح لوردوز لومبار بیشتری را در مقایسه با کاربرد Peek cage در بیماران تحت جراحی پوسترئور لومبار اینتربادی فیوژن ارائه می‌دهد.

**واژگان کلیدی:** آلوگرافت، مهره‌های کمر، لوردوز، فیوژن اسپینال، روش‌های جراحی

پذیرش مقاله: ۳۵ روز قبل از چاپ

دکتر محمدجواد بهرام بیگی،<sup>۱</sup> دکتر رضا ملاحسینی،<sup>۱</sup> دکتر نوید گلچین

### مقدمه

جراحی دیسکتومی لومبار از شایع‌ترین اعمال جراحی در بخش جراحی مغز و اعصاب می‌باشد که در بسیاری از موارد به دلیل تعدد سطوح درگیر نیاز به لومبار فیوژن نیز احساس می‌شود.<sup>(۱)</sup> روش‌های جراحی رایج، پوسترئور اسپینال فیوژن و ترانس فورامینال هستند.<sup>(۲)</sup> ترمیم الایمنت ساژیتال اسپینال لومبار می‌تواند بر نتیجه بالینی پس از درمان جراحی بیماری‌های دژنراتیو ستون فقرات تأثیر بگذارد.<sup>(۳)</sup>

بسیاری از مطالعات فرض می‌کنند که بازگرداندن زاویه ستون فقرات منجر به نتایج بالینی بهتری می‌شود و همچنین از توسعه بیماری به بخش مجاور پس از اسپینال فیوژن جلوگیری می‌کند.<sup>(۴،۵)</sup> از سوی دیگر، ناهماهنگی ستون فقرات پس از جراحی، که به‌عنوان عدم تطابق بین pelvic incidence و لوردوز لومبار بیش از ۱۰ درجه شناخته می‌شود، منجر به نرخ بالاتر جراحی مجدد و کاهش کیفیت زندگی می‌شود.<sup>(۶،۷)</sup> بنابراین، ترمیم الایمنت اسپینال لومبار به‌عنوان هدفی مهم جراحی فیوژن در نظر گرفته می‌شود. بازیابی تعادل بین pelvic incidence و لوردوز لومبار را می‌توان با افزایش لوردوز بخش تحت درمان با فیوژن به دست آورد.<sup>(۸)</sup> اسپیسرهای اینتربادی با تنظیم ارتفاع دیسک، ثبات و تقویت فیوژن، تحول عظیمی را جراحی مهره‌های کمر ایجاد کرده‌اند.<sup>(۹)</sup> استفاده از گرافت استخوانی کرسٹ ایلپاک (AIC) استاندارد طلایی محسوب می‌شود اما برداشتن گرافت از این ناحیه عوارضی را از جمله عفونت، هماتوم/سروما، شکستگی، آسیب‌های عصبی و عروقی، درد مزمن ناحیه اهداکننده، هرنی، اسکارهای ناخوشایند و نتیجه زیبایی ضعیف دارد.<sup>(۱۰،۱۱)</sup> آلوگرافت و Peek cage ها جایگزین‌های محبوبی برای اتوگرافت استخوانی هستند<sup>(۱۲)</sup> و گزارش شده این مواد در ۹۲ درصد از این جراحی‌ها به کار می‌روند.<sup>(۱)</sup> پیشرفت‌های اخیر نشان داده است که پلی‌اتر اتر کتون<sup>۱</sup> (PEEK) به‌طور فزاینده‌ای در فیوژن مهره‌ها استفاده می‌شود.<sup>(۹)</sup>

۱. گروه جراحی مغز و اعصاب، مرکز آموزشی درمانی فیروزگر، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.

نویسنده مسئول:

دکتر رضا ملاحسینی

Email address:

rezamollahosseini49@gmail.com

1. Polyether ether ketone

بیمارستان، قبل و بعد از جراحی بدست آمد. بیماران به‌طور تصادفی ساده در دو گروه طبقه‌بندی شدند: بیماران گروه اول تحت پوستریور لومبار اینتر بادی فیوژن با استفاده از Peek cage (۱۱ بیمار) و گروه دوم تحت همین عمل جراحی با استفاده از ایمپکشن آلوگرافت (۱۰ بیمار) قرار گرفتند.

Peek cage مورد استفاده از نوع PLIF بود که از شرکت اسوه تهیه شد. Peek cage‌ها بدون لوردوتیک و زاویه صفر درجه و ۹ سایز بودند که بر حسب نظر جراح و تصویربرداری قبل جراحی تعیین شد. در بیماران گروه ایمپکشن آلوگرافت، matchstick cancellous بلاک که مشهور به چوب کبریتی می باشد از شرکت همانند ساز بافت کیش که حداقل ۵ عدد ایمپکت شده، به طوری که ۱/۲ و نترال اینتربادی فضای دیسک پر شود، استفاده گردید.

لول جراحی L4 و L5 و برای همه بیماران یکسان بود. تمامی جراحی‌ها در مرکز درمانی بیمارستان فیروزگر و توسط دو جراح انجام شد. تکنیک جراحی استاندارد و یکسان پوستریور لومبار اینتر بادی فیوژن (PLIF) همراه با پوستریور فیوژن<sup>۶</sup> (PSF) و با هدف ایجاد ماکزیمم لوردوز انجام گرفت و فیوژن اینتربادی در هر دو روش در نیمه قدامی جسم مهره با peek cage یا آلوگرافت انجام شد.

در بیماران در هر دو گروه، قبل از جراحی و روز بعد از جراحی میزان اصلاح لوردوز با استفاده از تصاویر رادیوگرافی ایستاده و محاسبه segmental Cobb's angle توسط یک رزیدنت جراحی اعصاب آموزش دیده تعیین گردید. اندازه گیری زوایا از اندپلیت فوقانی L4 تا اندپلیت فوقانی S1 بود. همچنین بیماران در دو گروه از نظر میزان بروز درد با استفاده از مقیاس آنالوگ بصری (VAS) و عوارض جراحی بعد از گذشت ۲ هفته بررسی شدند.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ورژن ۲۵ تجزیه و تحلیل شدند. توصیف داده‌ها با میانگین±انحراف معیار، میانه (فاصله چارکی) و تعداد (درصد) صورت گرفت. تغییرات زاویه لوردوز با تعیین اختلاف زاویه لوردوز قبل و بعد از جراحی نسبت به قبل از جراحی به صورت درصد محاسبه شد. مقایسه بین اصلاح لوردوز در مهره‌های لومبوساکرال بیماران در دو روش جراحی با استفاده از آزمون Mann-Whitney U بررسی شد. در همه آزمون‌ها سطح معنی‌داری  $P < 0.05$  بود.

## نتایج

در این مطالعه تعداد ۲۱ بیمار مورد بررسی قرار گرفت. میانه سنی ۵۶ سال بود. ۳۸/۱ درصد بیماران مرد و مابقی زن بودند. میانه مدت زمان بستری در بیمارستان ۶ روز بود. بیماران دو گروه تحت درمان به روش

Peek cage‌ها دارای مزایای متعددی از جمله زیست سازگاری، شفافیت رادیولوژیکی<sup>۱</sup>، الاستیسیته مطلوب و سهولت تهیه و نگهداری هستند<sup>(۱۳)</sup> اما با این حال، کاربرد آن‌ها به دلیل ویژگی بیواینرت آن محدود شده است، که ممکن است استئواینترگراسیون را محدود کند و در نتیجه به طور بالقوه بر فیوژن تأثیر بگذارد<sup>(۱۴)</sup>. آلوگرافتهای ساختاری شامل آلوگرافت‌های کورتیکال، گرافت‌های کامپوزیت یا کورتیکوکانسلوس<sup>۲</sup>، گرافت‌های متراکم کنسلوس<sup>۴</sup> جایگزین‌های مؤثری برای فیوژن استخوان هستند<sup>(۱۷،۱۸)</sup>؛ اما باین حال معایب اصلی آن ایمنی‌زایی و انتقال بیماری است<sup>(۱۹)</sup>. الگوگرافت استخوانی و peek cage‌ها هر یک دارای مزایا و معایب خاصی است که پزشکان را در انتخاب رویکرد درمانی راهنمایی می‌کند اما مشخص نیست که آیا یک ایمپلنت نتایج بالینی بهتری نسبت به دیگری نشان می‌دهد یا خیر. با توجه به نقصان شواهد در اثبات سودمندی استفاده از peek cage‌ها و همچنین این نکته که بیشتر مطالعات قبلی استفاده از Peek cage‌ها را در جراحی‌های دیسک‌کتومی گردن مورد بررسی قرار داده‌اند<sup>(۲۰-۲۳)</sup>. هدف مطالعه حاضر مقایسه میزان اصلاح لوردوز لومبار در جراحی پوستریور اسپاینال فیوژن به همراه پوستریور لومبار اینتربادی فیوژن با استفاده از peek cage و ایمپکشن آلوگرافت می باشد.

## مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر از نوع کار آزمایشی بالینی تصادفی (Randomized Clinical Trial) است که در سال ۱۴۰۱ بر روی بیمارانی که کاندید عمل جراحی دیسک‌کتومی و پوستریور اسپاینال فیوژن در بیمارستان فیروزگر بخش جراحی اعصاب بودند، انجام شد. مطالعه با دریافت کد اخلاق IR.IUMS.FMD.REC.1401.354 تأیید گردید. این مطالعه بر طبق اصول بیانیه هلسینکی و کد نورنبرگ انجام شد. بیماران قبل از مطالعه فرم رضاتنامه آگاهانه را تکمیل کردند. بیماران با محدوده سنی ۸۰-۱۸ سال که کاندید جراحی پوستریور لومبار اینتر بادی فیوژن<sup>۵</sup> (PLIF) لومبوساکرال به دلیل بیماری دژنراتیو ستون فقرات بودند، انتخاب شدند. بیماران نیازمند جراحی پوستریور فیوژن به علل دیگر از جمله تومورها و بدخیمی، بیماران فعال اسپوندیلودیسکیت یا دفورمیتی، بیماران با سابقه جراحی قبلی ناحیه لومبوساکرال و بیماران دچار انکیلوز ثابت ستون فقرات و نیازمند استئوتومی ستون قدامی از مطالعه خارج شدند.

بیماری دژنراتیو ستون فقرات در بیماران از طریق تاریخچه پزشکی، معاینه بالینی و تصویربرداری (MRI یا CT اسکن) تشخیص داده شد و بیماران دارای علائمی مانند درد کمر، کاهش تحرک، بی‌حسی و ضعف در پاها بودند. اطلاعات بیماران به وسیله نرم افزار پکس (PACS)

2. Radiolucency
3. Corticocancellous
4. Dense cancellous
5. Posterior Lumbar Interbody Fusion
6. Posterior Spinal Fusion

لوردوز نشان داده شده است اما مطالعات محدودی به مقایسه اصلاح لوردوز سگمنتال در مهره‌های لومبوساکرال در این دو رویکرد درمانی پرداخته‌اند. در مطالعه‌ای که بررسی Peek cage به همراه مواد اتوگرافت ورتبرال هم‌زمان در عمل جراحی پوسترئور اسپاینال فیوژن، پرداخت، بیان شد در همه بیماران میزان لوردوز لومبار به‌طور قابل توجهی افزایش یافت و هیچ عوارض قابل توجهی بعد از عمل جراحی در بیماران مشاهده نگردید<sup>(۲۴)</sup>. در مطالعه Martin و همکاران اصلاح لوردوز قبل از جراحی و ۶ هفته بعد بررسی شد. در این مطالعه میانگین اصلاح لوردوز ۲.۵ درجه بود و بیان شد بیمارانی که دیسک خلأ قبل از جراحی در سی‌تی‌اسکن با فضای دیسک کیفوتیک بیشتری قبل از جراحی دارند، احتمال بیشتری برای اصلاح لوردوز دارند<sup>(۲۵)</sup>.

برخلاف این مطالعه اصلاح لوردوز در مطالعه حاضر بیشتر بود یکی از علت‌های آن می‌تواند تفاوت در شماره مهره و شدت تغییرات ستون فقرات باشد که بر محدوده کلی تغییر لوردوز تأثیر دارد.

Cutler و همکاران در مقایسه تأثیر درمانی پوسترئور لومبار اینتر بادی فیوژن با استفاده از آلوگرافت کورتیکال فمورال یا Peek cageها برخلاف مطالعه حاضر تفاوت معناداری بین دو گروه از نظر میزان تغییر در زاویه لوردوز دیده نشد<sup>(۲۶)</sup> که البته در مطالعه حاضر زاویه لوردوز بعد از جراحی در دو روش تفاوت معنی‌داری نداشت اما درصد تغییرات در بیماران گروه الوگرافت بیشتر بود.

ایمپکشن آلوگرافت و Peek cage از نظر جنسیت ( $P=0/080$ )، سن ( $P=0/426$ ) و مدت زمان بستری در بیمارستان ( $P=0/705$ ) تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۱).

نتایج نشان داد شدت درد بیماران بعد از جراحی در روش ایمپکشن آلوگرافت (میان ۴) و روش peek cage (میان ۴) تفاوت معنی‌داری ندارد ( $P=0/973$ ). میان زاویه لوردوز قبل از جراحی ۳۲ درجه و بعد از جراحی ۴۳ درجه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد تفاوت معنی‌داری در زاویه لوردوز قبل از جراحی ( $P=0/197$ ) و بعد از جراحی ( $P=0/654$ ) در دو گروه بیماران تحت درمان وجود نداشت. بررسی درصد تغییرات زاویه لوردوز قبل و بعد از درمان در دو گروه تفاوت معنی‌داری را نشان داد ( $P=0/010$ ). میان درصد تغییرات در بیماران تحت درمان به روش ایمپکشن آلوگرافت ۵۰/۰۸ درصد و در بیماران تحت درمان به روش peek cage، ۲۶/۴۲ درصد بود که نشان می‌دهد میزان تغییر در زاویه لوردوز در بیماران تحت درمان به روش ایمپکشن آلوگرافت به‌طور معنی‌داری بیشتر است (جدول ۲).

## بحث

در این مطالعه مقایسه زاویه لوردوز قبل و بعد از جراحی نشان داد هر دو روش ایمپکشن آلوگرافت و peek cage زاویه لوردوز را بهبود می‌بخشند. اثربخشی معنی‌دار peek cage ها و آلوگرافت های استخوانی در اصلاح

جدول ۱: متغیرهای جمعیت‌شناختی

P value	روش Peek Cage n=۱۱	روش ایمپکشن آلوگرافت n=۱۰	کل بیماران n=۲۱	متغیر	
				مرد	زن
۰/۰۸۰	۲(۱۸/۲)	۶(۶۰)	۸(۳۸/۱)	جنسیت #	
	۹(۸۱/۸)	۴(۴۰)	۱۳(۶۱/۹)		
۰/۴۲۶	۵۹(۴۸-۶۴)	۵۱(۳۱/۵۰-۷۰/۷۵)	۵۶(۴۵-۶۹/۵)	سن (سال)*	
۰/۷۰۵	۶(۶-۷)	۶/۵(۴-۹)	۶(۵-۷/۵)	مدت زمان بستری (روز)*	
#: تعداد (درصد)، *: میانه (فاصله چارکی)					

جدول ۲: توصیف و مقایسه شدت درد و زاویه لوردوز در دو گروه

P value	روش Peek Cage n=۱۱	روش ایمپکشن آلوگرافت n=۱۰	کل بیماران n=۲۱	متغیر	
				قبل	بعد
۰/۹۷۳	۴(۳-۵)	۴(۳/۵-۵)	۳(۴-۵)	شدت درد بعد از جراحی*	
۰/۱۹۷	۳۲(۲۳/۱۰-۴۰/۲۰)	۲۵/۳۵(۹/۵۳-۳۳/۹۵)	۳۲(۱۵/۶۰-۳۵/۵۰)	زاویه لوردوز	
	۴۱.۸۰(۲۴/۹۰-۴۸/۵۰)	۴۲/۷۰(۲۳/۸۰-۴۶/۷۰)	۴۳(۲۵/۶۵-۴۸/۲۰)	*(درجه)	
۰/۰۱۰	۲۶/۴۲(۱۵/۸۹-۳۵/۹۹)	۵۰/۰۸(۳۲/۲۵-۱۳۰/۳۸)	۳۳/۰۴(۲۱/۹۹-۷۴/۱۳)	درصد تغییرات زاویه لوردوز*	
#: میانه (فاصله چارکی)					

مدت، نیاز به جراحی مجدد بیماران و غیره ارزیابی نشد که پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی بدان پرداخته شود.

### نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه ما نشان داد در استفاده از ایمپلشن آلوگرافت میزان اصلاح لوردوز در مهره‌های لومبوساکرال بیماران تحت جراحی پوسترئور اسپینال فیوژن به همراه پوسترئور لومبار اینتربادی فیوژن در مقایسه با روش peek cage بیشتر می‌باشد. نتایج این مطالعه برای متخصصان جراح مغز و اعصاب در مدیریت درمان بیماران و همچنین دستیابی به نتایج بالینی بهتر مفید خواهد بود.

### منابع

- 1 Yson SC, Sembrano JN, Santos ER. Comparison of allograft and polyetheretherketone (PEEK) cage subsidence rates in anterior cervical discectomy and fusion (ACDF). *Journal of Clinical Neuroscience*. 2017; 1(38):118-121. doi: 10.1016/j.jocn.2016.12.037.
- 2 de Kunder SL, van Kuijk SM, Rijkers K, Caelers IJ, van Hemert WL, de Bie RA, van Santbrink H. Transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF) versus posterior lumbar interbody fusion (PLIF) in lumbar spondylolisthesis: a systematic review and meta-analysis. *The spine journal*. 2017 Nov 1;17(11):1712. doi: 10.1016/j.spinee.2017.06.018.
- 3 Oikonomidis S, Meyer C, Scheyerer MJ, Grevenstein D, Eysel P, Bredow J. Lumbar spinal fusion of low-grade degenerative spondylolisthesis (Meyering grade I and II): Do reduction and correction of the radiological sagittal parameters correlate with better clinical outcome? *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. 2020; 140:1155-1162. doi: 10.1007/s00402-019-03282-9.
- 4 Lazennec J, Ramaré S, Arafati N, Laudet C, Gorin M, Roger B, et al. Sagittal alignment in lumbosacral fusion: relations between radiological parameters and pain. *European Spine Journal*. 2000; 9:47-55. doi: 10.1007/s005860050008.
- 5 Kumar M, Baklanov A, Chopin D. Correlation between sagittal plane changes and adjacent segment degeneration following lumbar spine fusion. *European spine journal*. 2001;10(4):314-319. doi: 10.1007/s005860000239.
- 6 Rothenfluh DA, Mueller DA, Rothenfluh E, Min K. Pelvic incidence-lumbar lordosis mismatch predisposes to adjacent segment disease after lumbar spinal fusion. *European Spine Journal*. 2015; 24:1251-1258. doi: 10.1007/s00586-014-3454-0.
- 7 Makino T, Kaito T, Fujiwara H, Honda H, Sakai Y, Takenaka S, et al. Risk factors for poor patient-reported quality of life outcomes after posterior lumbar interbody fusion: an analysis of 2-year follow-up. *Spine*. 2017;42(19):1502-1510. doi: 10.1097/BRS.0000000000002137.
- 8 Galla F, Wähnert D, Liljenqvist U. Georg Schmorl Prize of the German Spine Society (DWG) 2017: correction of spino-pelvic alignment with relordosing mono-and bisegmental TLIF spondylodesis. *European Spine Journal*. 2018; 27:789-796. doi: 10.1007/s00586-018-5503-6.
- 9 Phan K, Hogan JA, Assem Y, Mobbs RJ. PEEK-Halo effect in interbody fusion. *Journal of Clinical Neuroscience*. 2016; 24:138-140. doi: 10.1016/j.jocn.2015.07.017.

در مطالعه‌ای که اخیراً (۲۰۲۲) انجام شد در پیگیری ۲ ساله بیماران، در مقایسه روش الیوگرافت و peek cage گزارش شد که در پایان مطالعه، بهبود و حفظ لوردوز لومبار در ۴۳/۳٪ و ۴۹/۲٪ بیماران و تراز سگمنتال در ۳۸/۳٪ و ۳۶/۱٪ برای گروه بیماران آلوگرافت و peek cage به دست آمد<sup>(۲۷)</sup>.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد در بیماران که با استفاده از ایمپلشن آلوگرافت درمان شدند، میزان افزایش زاویه لوردوز در حدود دو برابر بیشتر از روش peek cage بود که علت آن می‌تواند انعطاف در شکل هندسی و ادغام بهتر آلوگرافت در مقایسه با peek cage در اصلاح لوردوز در مهره‌های لومبوساکرال باشد؛ زیرا یکی از اشکالات عمده peek cageها محدود کردن امکان ادغام می‌باشد<sup>(۲۸)</sup>. مطالعات متعددی به تأثیر هندسه ایمپلنت‌ها در جراحی ستون فقرات پرداخته‌اند. مطالعات بیومکانیکی انجام شده توسط Lund و همکاران<sup>(۲۹)</sup> و Lund و Oxlund<sup>(۳۰)</sup> نشان داد که stand-alone cages، در استفاده از رویکرد پوسترئور نمی‌توانند ثبات قابل توجهی در سازه‌های ستون فقرات، به ویژه در اکستنشن و روتیشن ایجاد کنند. Göttsche و همکاران گزارش کردند که استفاده از lordotic cages و non-lordotic cage تأثیر قابل توجهی بر پارامترهای ستون فقرات لگنی بعد از جراحی دارند. در گروه با lordotic cages در سگمنت‌های L3/4 و L4/5 از ۳° cage و در سگمنت L5/S1 از ۸° cage استفاده شد. در حالی که لوردوز بعد از جراحی بین دو گروه تفاوت معنی‌داری نداشت، لوردوز در گروه با lordotic cages در بخش‌های ادغام شده به‌طور قابل توجهی بهبود یافت. در گروه non-lordotic، لوردوز ۳ تا ۸ درجه کاهش یافت که به‌موجب آن نویسندگان علت این تفاوت را به هندسه cage نسبت دادند<sup>(۳۱)</sup>. به‌طور مشابه در مطالعه Sembrano و همکاران افزایش قابل توجهی را در لوردوز لومبار پس از لومبار اینتربادی فیوژن در استفاده از ۱۰° lordotic cages مشاهده کردند در حالی که non-lordotic cage تأثیر قابل توجهی بر هم ترازوی ساژیتال بعد از جراحی نداشتند<sup>(۳۲)</sup>. در مطالعه Groth و همکاران سه رویکرد درمانی vertical cages، آلوگرافت و threaded cylindrical cages در ۴۹ بیمار مقایسه گردید. در فالوآپ ۱ ساله، لوردوز بعد از عمل در گروه vertical cages بهبود یافت، در حالی که در گروه آلوگرافت و گروه threaded cylindrical cages کاهش یافت. ارتفاع فضای دیسک در گروه vertical cages کاهش یافت، در حالی که برای هر دو گروه آلوگرافت و گروه threaded cylindrical cages افزایش یافت<sup>(۳۳)</sup>.

مطالعه حاضر با محدودیت‌هایی نیز همراه بود. این مطالعه شامل یک گروه کوچک از بیماران در دو رویکرد درمانی بود و انجام مطالعه در بازه زمانی طولانی‌تر با حجم نمونه بزرگ‌تر پیشنهاد می‌شود. گرچه در این مطالعه دو رویکرد درمانی توسط دو جراح مجرب انجام شد اما ارزیابی نتایج در بیماران تحت درمان با یک جراح می‌تواند خطای نتایج را کاهش دهد. فالوآپ بیماران در این مطالعه محدود بود؛ بنابراین نتایج بلند مدت از جمله نرخ نشست، فیوژن، پایداری Peek cage و عوارض جانبی بلند

- 10 McCall TA, Brokaw DS, Jelen BA, Scheid DK, Scharfenberger AV, Maar DC, et al. Treatment of large segmental bone defects with reamer-irrigator-aspirator bone graft: technique and case series. *Orthopedic Clinics*. 2010;41(1):63-73. doi: 10.1016/j.ocl.2009.08.002.
- 11 Stannard JP, Sathy AK, Moeinpour F, Stewart RL, Volgas DA. Quantitative analysis of growth factors from a second filter using the Reamer-Irrigator-Aspirator system: description of a novel technique. *Orthopedic Clinics*. 2010;41(1):95-98. doi: 10.1016/j.ocl.2009.07.002.
- 12 Kim SY, Park KS, Jung SS, Chung SY, Kim SM, Park MS, et al. An early comparative analysis of the use of autograft versus allograft in anterior cervical discectomy and fusion. *Korean Journal of Spine*. 2012;9(3):142. doi: 10.14245/kjs.2012.9.3.142.
- 13 Lemcke J, Al-Zain F, Meier U, Suess O. Polyetheretherketone (PEEK) spacers for anterior cervical fusion: a retrospective comparative effectiveness clinical trial. *The open orthopaedics journal*. 2011; 5:348. doi: 10.2174/1874325001105010348.
- 14 Suess O, Schomaker M, Cabraja M, Danne M, Kombos T, Hanna M. Empty polyetheretherketone (PEEK) cages in anterior cervical discectomy and fusion (ACDF) show slow radiographic fusion that reduces clinical improvement: results from the prospective multicenter "PIERCE-PEEK" study. *Patient safety in surgery*. 2017; 11:1-12. doi: 10.1186/s13037-017-0128-y.
- 15 Panayotov IV, Orti V, Cuisinier F, Yachouh J. Polyetheretherketone (PEEK) for medical applications. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*. 2016;27:1-11. doi: 10.1007/s10856-016-5731-4.
- 16 Yao Y-C, Chou P-H, Lin H-H, Wang S-T, Chang M-C. Outcome of Ti/PEEK versus PEEK cages in minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion. *Global Spine Journal*. 2023;13(2):472-478. doi: 10.1177/21925682211000323.
- 17 Samartzis D, Shen FH, Goldberg EJ, An HS. Is autograft the gold standard in achieving radiographic fusion in one-level anterior cervical discectomy and fusion with rigid anterior plate fixation?. *Spine*. 2005; 1;30(15):1756-1761. doi: 10.1097/01.brs.0000172148.86756.ce.
- 18 Virk SS, Elder JB, Sandhu HS, Khan SN. The cost effectiveness of polyetheretherketone (PEEK) cages for anterior cervical discectomy and fusion. *Clinical Spine Surgery*. 2015;28(8): 482-492. doi: 10.1097/BSD.0b013e3182aa3676.
- 19 Buser Z, Brodke DS, Youssef JA, Rometsch E, Park J-B, Yoon ST, et al. Allograft versus demineralized bone matrix in instrumented and noninstrumented lumbar fusion: a systematic review. *Global spine journal*. 2018;8(4):396-412. doi: 10.1177/2192568217735342.
- 20 Moo IH, Kam CJW, Lai MWS, Yeo W, Soh RCC. A comparison of contiguous two-level anterior cervical discectomy and fusion using a structural allograft versus a Polyetheretherketone (PEEK) cage: the results of a three-year follow-up. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2020;21:1-8. doi: 10.1186/s12891-020-03325-y
- 21 Liao J-C, Niu C-C, Chen W-J, Chen L-H. Polyetheretherketone (PEEK) cage filled with cancellous allograft in anterior cervical discectomy and fusion. *International orthopaedics*. 2008; 32:643-648. doi: 10.1007/s00264-007-0378-x.
- 22 Yang S, Yu Y, Liu X, Zhang Z, Hou T, Xu J, et al. Clinical and radiological results comparison of allograft and polyetheretherketone cage for one to two-level anterior cervical discectomy and fusion: a CONSORT-compliant article. *Medicine*. 2019;98(45): e17935. doi: 10.1097/MD.00000000000017935.
- 23 Wang M, Chou D, Chang C-C, Hirpara A, Liu Y, Chan AK, et al. Anterior cervical discectomy and fusion performed using structural allograft or polyetheretherketone: pseudarthrosis and revision surgery rates with minimum 2-year follow-up. *Journal of Neurosurgery: Spine*. 2019;32(4):562-569. doi: https://doi.org/10.3171/2019.9.SPINE19879.
- 24 Ni J, Zheng Y, Liu N, Wang X, Fang X, Phukan R, et al. Radiological evaluation of anterior lumbar fusion using PEEK cages with adjacent vertebral autograft in spinal deformity long fusion surgeries. *European Spine Journal*. 2015; 24:791-799. doi: 10.1007/s00586-014-3745-5.
- 25 Martin CT, Niu S, Whicker E, Ward L, Yoon ST. Radiographic factors affecting lordosis correction after transforaminal lumbar interbody fusion with unilateral facetectomy. *International Journal of Spine Surgery*. 2020;14(5):681-686. doi: 10.14444/7099.
- 26 Cutler AR, Siddiqui S, Hillard VH, Cerabona F, Das K. Comparison of polyetheretherketone cages with femoral cortical bone allograft as a single-piece interbody spacer in transforaminal lumbar interbody fusion. *Journal of Neurosurgery: Spine*. 2006;5(6):534-539. doi: 10.3171/spi.2006.5.6.534.
- 27 Villavicencio AT, Nelson EL, Rajpal S, Beasley K, Burneikiene S. Prospective, randomized, double-blinded clinical trial comparing PEEK and allograft spacers in patients undergoing transforaminal lumbar interbody fusion surgeries. *The Spine Journal*. 2022;22(1):84-94. doi: 10.1016/j.spinee.2021.06.005.
- 28 Torstrick FB, Lin AS, Potter D, Safranski DL, Sulchek TA, Gall K, et al. Porous PEEK improves the bone-implant interface compared to plasma-sprayed titanium coating on PEEK. *Biomaterials*. 2018; 185:106-116. doi: 10.1016/j.biomaterials.2018.09.009.
- 29 Lund T, Oxland T, Jost B, Cripton P, Grassmann S, Etter C, et al. Interbody cage stabilisation in the lumbar spine: biomechanical evaluation of cage design, posterior instrumentation and bone density. *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume*. 1998;80(2):351-359. doi: 10.1302/0301-620x.80b2.7693.
- 30 Oxland TR, Lund T. Biomechanics of stand-alone cages and cages in combination with posterior fixation: a literature review. *European spine journal*. 2000; 9: 95-101. doi: 10.1007/PL00010028.
- 31 Gödde S, Fritsch E, Dienst M, Kohn D. Influence of cage geometry on sagittal alignment in instrumented posterior lumbar interbody fusion. *Spine*. 2003;28(15):1693-1699. doi: 10.1097/01.BRS.0000083167.78853.D5.
- 32 Sembrano JN, Horazdovsky RD, Sharma AK, Yson SC, Santos ER, Polly Jr DW. Do lordotic cages provide better segmental lordosis versus nonlordotic cages in lateral lumbar interbody fusion (LLIF)? *Clinical spine surgery*. 2017;30(4): 338-343. doi: 10.1097/BSD.0000000000000114.
- 33 Groth AT, Kuklo TR, Klemme WR, Polly DW, Schroeder TM. Comparison of sagittal contour and posterior disc height following interbody fusion: threaded cylindrical cages versus structural allograft versus vertical cages. *Clinical Spine Surgery*. 2005;18(4):332-336. doi: 10.1097/01.bsd.0000163037.17634.89.

## استفاده از رادیواکتیو P-32 در سینوویت هموفیلی: اثر آن چه مدت مداوم دارد؟

### چکیده:

**مقدمه:** سینوویت رادیواکتیو، که به عنوان درمان موضعی برای آرتروپاتی هموفیلی استفاده می‌شود، منجر به تخریب عروق زیرسینوویال می‌شود. مطالعات قبلی نشان داده‌اند که این روش در کاهش فراوانی هم‌ارتروز در بیمارانی که به طور مکرر دچار این وضعیت می‌شوند، موثر است. با این حال، مدت زمان ماندگاری این اثر و تأثیر آن بر تغییرات رادیوگرافیک هنوز مشخص نیست. ما تأثیر طولانی مدت سینوویت را بر وقوع هم‌ارتروز در هموفیلی و درگیری بالینی و رادیوگرافیک مفاصل گزارش کردیم.

**مواد و روش‌ها:** سینوویت با استفاده از P-32 یک‌بار بر روی ۵۶ مفصل هدف در ۵۶ بیمار انجام شد. تغییرات رادیوگرافیک قبل از درمان با تغییرات پس از درمان با استفاده از درجه‌بندی آرنولد-هیلگارتتر مقایسه شد و تغییرات بالینی با درجه‌بندی فرناندز-پالازی مقایسه شد. دوره پیگیری‌ها به دوره‌های کمتر از ۳۶ ماه و بیش از ۳۶ ماه گروه‌بندی شدند.

**نتایج و بحث:** ۵۶ مفصل در ۵۶ بیمار مورد مطالعه قرار گرفتند. سی مورد (۲۹ مرد، یک زن) با میانگین سنی ۱۵/۵۵ (±۰/۱۷) سال و مدت پیگیری ۲۱/۸ ماه (محدوده: ۳-۳۶ ماه) با ۲۶ مرد با میانگین سنی ۱۷/۷۱ (±۸/۳۳) سال و میانگین مدت پیگیری ۴۳/۶ ماه (محدوده: ۳۸-۱۰۲ ماه) مقایسه شدند. کاهش میانگین در نرخ هم‌ارتروز ۵۶/۴٪ در گروه با پیگیری تا ۳۶ ماه ( $p < ۰/۰۵$ ) و ۳۵/۹٪ در گروه پیگیری بیش از ۳۶ ماه ( $p < ۰/۰۵$ ) بود، اما تفاوت معناداری نداشت. علاوه بر این، بهبود میانگین در درجه بالینی (فرناندز-پالازی) ۰/۵۶ (SE: ۰/۲۱) در گروه کمتر از ۳۶ ماه ( $p < ۰/۰۵$ ) و ۰/۶۵ (SE: ۰/۲۸) در گروه بیش از ۳۶ ماه ( $p < ۰/۰۵$ ) بود، با نتایج کمی بهتر اما غیرمعنادار در گروه اول. افزایش میانگین در درجه رادیوگرافیک (آرنولد-هیلگارتتر) ۰/۲۵ (SE: ۰/۱۵) در پیگیری کوتاه‌تر و ۰/۷۸ (SE: ۰/۱۴) در گروه پیگیری، با تفاوت معنادار طولانی‌تر بود، به ترتیب  $P = ۰/۰۱۷$  و  $P = ۰/۰۱۳$ .

**نتیجه‌گیری:** اثر بالینی مفید سینوویت P-32 در آرتروپاتی هموفیلی در طول زمان پابرجا می‌ماند. علیرغم کاهش اولیه در اثرگذاری، پیگیری‌های طولانی‌مدت نشان داد که سینوویت به عنوان یک روش مقاوم باقی می‌ماند. با این حال، این روش قادر به متوقف کردن پیشرفت رادیولوژیک تخریب مفصل نیست.

**واژگان کلیدی:** آرتروپاتی هموفیلی، هم‌ارتروز، سینوویت، ایزوتوپ رادیواکتیو

پذیرش مقاله: ۴۴ روز قبل از چاپ

دکتر امیررضا فرهود، دکتر محمدرضا رزاق اف، دکتر سپند حیدری، دکتر علی شبیب، دکتر غلامرضا توگه،

دکتر محمد آیتی فیروزآبادی، دکتر محمد افتخاری، دکتر سید محمدجواد مرتضوی

### مقدمه

مفاصل رایج‌ترین محل‌های خونریزی در بیماران مبتلا به هموفیلی هستند<sup>(۱،۲)</sup>. هم‌ارتروز مکرر می‌تواند منجر به تجمع آهن اضافی شود که با آسیب رساندن به سینوویوسیت‌ها، آنزیم‌های کندرولیتیک و واسطه‌های التهابی را آزاد می‌کند و سینوویت را تحریک می‌کند<sup>(۳)</sup>. این فرآیند می‌تواند منجر به آرتروپاتی پیشرونده هموفیلی و در نهایت آرتروفیبروز شود<sup>(۴،۵)</sup>. اگرچه جایگزینی پیشگیرانه فاکتور انعقادی درمان ترجیحی برای جلوگیری از خونریزی و آرتروپاتی مرتبط با آن است<sup>(۵،۶)</sup>، چالش‌هایی مانند محدودیت دسترسی به فاکتورهای انعقادی در برخی کشورها و عوارض تزریق‌های مکرر (مانند توسعه مهارکننده‌ها و خطر عفونت از کاتترهای وریدی مداوم) به بررسی روش‌های جایگزین منجر شده است. این روش‌ها شامل جایگزینی فاکتور درمانی پس از هر هم‌ارتروز، سینوکتومی باز یا آرتروسکوپی، و سینوویت است<sup>(۷)</sup>.

سینوویت که برای اختلال در چرخه معیوب سینوویت ناشی از التهاب و خونریزی در سینوویوم استفاده می‌شود، می‌تواند به صورت شیمیایی یا با عوامل رادیواکتیو انجام شود<sup>(۸)</sup>. مطالعات قبلی نشان داده‌اند که درمان سینوویت به بهبودهای قابل توجهی در علائم مختلف نشان داده است. این شامل کاهش خونریزی مفصلی، کاهش درد و تورم، و بهبود حرکت مفصل می‌شود. علاوه بر این، کاهش مصرف فاکتور انعقادی و در برخی موارد، تغییرات بالینی و رادیولوژیک قابل توجه در مفاصل تحت درمان مشاهده شده است<sup>(۹-۱۱)</sup>.

۱. مرکز تحقیقات تعویض مفصل، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۲. مرکز تحقیقات ترومبوز هموستاز، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۳. مرکز تحقیقات پزشکی هسته‌ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

نویسنده مسئول:

دکتر سید محمد جواد مرتضوی

Email address:

smjmort@yahoo.com

رخ و نیمرخ برای هر مفصل قبل از سینیورترز و در پیگیری نهایی ارزیابی شدند<sup>(۱۸)</sup>. مفاصلی که دوره پیگیری آن‌ها کمتر از سه ماه بود، از مطالعه خارج شدند. این مطالعه تحت پروتکلی که توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی تهران تأیید شده بود، انجام شد و رضایت آگاهانه از بیماران یا والدین آن‌ها گرفته شد.

برای مقایسه نتایج قبل و بعد از سینیورترز، از آزمون‌های رتبه‌بندی ویلکاکسون، ANOVA، و آزمون‌های t زوجی استفاده شد. مقدار p کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار در نظر گرفته شد و از نسخه ۱۳ SPSS (Chicago, IL, USA) برای تحلیل آماری استفاده شد.

## مواد و روش‌ها

### نتایج

عملیات سینیورترز با P-32 بر روی ۷۸ مفصل انجام شد. از این تعداد، ۵۶ مفصل در ۵۶ بیمار تنها یک بار تزریق دریافت کردند و بیش از سه ماه تحت پیگیری قرار گرفتند. به منظور ارزیابی نتایج بر اساس مدت زمان پیگیری، تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که حدود ۳۶ ماه یک آستانه بحرانی برای مشاهده نتایج مختلف است. بنابراین، نتایج بین دو گروه مقایسه شدند: گروهی که ۳۶ ماه یا کمتر پیگیری شده بودند و گروهی که بیش از ۳۶ ماه پیگیری شده بودند. گروه کمتر از ۳۶ ماه شامل ۳۰ بیمار (سن: ۶ تا ۳۶ سال) با میانگین پیگیری ۲۱/۸۳ ماه (۱۲/۱۲ SD: ۲۶؛ محدوده: ۳ تا ۳۶ ماه) بود، در حالی که بیشتر از ۳۶ ماه شامل ۲۶ بیمار (سن: ۲.۵ تا ۳۵ سال) با میانگین پیگیری ۴۳/۶۳ ماه (۲۰/۶۰ SD: ۳۸ تا ۱۰۲ ماه) بود. داده‌های دموگرافیک بیماران، نوع هموفیلی و حضور مهارکننده‌ها در جدول ۱ خلاصه شده است. گروه کمتر از ۳۶ ماه شامل ۲۱ زانو، ۳ آرنج و ۶ مچ پا بود، در حالی که اعداد مربوط به گروه بیشتر از ۳۶ ماه به ترتیب ۲۴، ۱ و ۱ بود. بین دو گروه از نظر متغیرهایی مانند جنسیت، سن، نوع هموفیلی، حضور مهارکننده‌ها و مفاصل تزریق شده تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

کاهش میانگین در نرخ همارتروز ۵۶/۴٪ در گروه کمتر از ۳۶ ماه و ۳۵/۹٪ در گروه بیشتر از ۳۶ ماه بود که هر دو به طور آماری معنی‌دار بودند (p= ۰/۰۰۱ و p= ۰/۰۰۲، به ترتیب) (جدول ۲). کاهش بالینی خون ریزی داخل مفصلی نیز مطابق جدول ۳ ارزیابی شد<sup>(۱۳)</sup>. اگرچه مقایسه درجات کاهش همارتروز بین دو گروه از نظر آماری معنی‌دار نبود (p= ۰/۹)، اما یک روند بهبود در پاسخ به سینیوکتومی رادیویی در گروه پیگیری کوتاه‌مدت مشاهده شد (میانگین درجه کاهش: ۱/۸ در گروه کمتر از ۳۶ ماه در برابر ۱.۶۵ در گروه بیشتر از ۳۶ ماه. در دوره پیگیری، مفاصل هدف جدید در ۱۰ بیمار (۳۳/۳٪) در گروه کمتر از ۳۶ ماه و ۱۳ بیمار (۵۰٪) در گروه بیشتر از ۳۶ ماه شناسایی شدند. کاهش مصرف میانگین فاکتور انعقادی در هر ماه برای مفصل تزریق شده با P-32 در گروه کمتر از ۳۶ ماه و بیشتر از ۳۶ ماه به ترتیب ۹۱/۲٪ و ۷۷/۲٪ بود (p< ۰/۰۰۱ در هر گروه، اما p> ۰/۰۵ و p= ۰/۰۶۵ بین گروه‌ها).

جدول‌های ۲ و ۴ فراوانی درجات بالینی (مقیاس فرناندز-پالازی) و مقایسه میانگین‌ها قبل و بعد از تزریق P-32 را در داخل و بین دو گروه

برخی مطالعات گزارش کرده‌اند که مدت اثر این روش معمولاً بین ۶ ماه تا ۲ سال است و برخی بیماران تا ۳ سال از مزایای آن بهره‌مند شده‌اند<sup>(۱۰،۱۵)</sup>. با این حال، دوام بهبود در این مطالعات ناسازگار بود، به طوری که کاهش‌های اولیه در میزان خون‌ریزی‌ها اغلب با افزایش خون‌ریزی در سال‌های بعد از سینیورترز رادیواکتیو همراه بود<sup>(۱۶،۱۷)</sup>.

هدف از این مطالعه ارزیابی زمان سپری شده از زمان سینیورترز برای آرتروپاتی هموفیلی بر اثرات بالینی و رادیولوژیک سینیوکتومی رادیویی P-32 می‌باشد.

این تحقیق یک مطالعه کوهورت گذشته‌نگر بود که بین اردیبهشت ۱۳۸۱ تا اسفند ۱۳۸۷ بر روی بیماران هموفیلی با همارتروز مکرر در دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام شد. معیارهای ورود شامل: (۱) بیماران هموفیلی که در شش ماه گذشته بیش از سه اپیزود همارتروز در یک مفصل خاص داشتند، یا (۲) بیمارانی با حداقل مرحله بالینی II آرتروپاتی هموفیلی بر اساس طبقه‌بندی فرناندز-پالازی. معیارهای خروج شامل: (۱) بیماران با کمتر از سه ماه پیگیری، (۲) بیمارانی که بیش از یک بار تزریق داخل مفصلی P-32 در همان مفصل داشتند، (۳) بیماران با تخریب پیشرفته مفصل (مرحله V آرنولد-هیلمگارتنر) یا درجه بالینی IV بر اساس طبقه‌بندی فرناندز-پالازی، (۴) افرادی که قبلاً سینیوکتومی جراحی در مفصل تحت درمان انجام داده بودند، و (۵) افرادی با عفونت فعال یا بیماری‌های التهابی مفصلی غیر مرتبط با هموفیلی.

بعد از همارتروز حاد، یک پروتکل درمان محافظه‌کارانه شامل جایگزینی فاکتور انعقادی، بی‌حرکت کردن مفصل و مصرف مسکن‌ها انجام شد. سپس برنامه توان‌بخشی شامل فیزیوتراپی و حمایت ارتوپدی اجرا شد. در صورت لزوم، سینیورترز رادیواکتیو پس از کاهش مرحله حاد همارتروز انجام شد. تشخیص بالینی آرتروپاتی هموفیلی با تصویربرداری رزونانس مغناطیسی (MRI) قبل از سینیورترز تأیید شد. پروتکل درمانی مطابق با متون قبلی ما بود<sup>(۱۳)</sup>. به طور خلاصه، بیماران دو دوز بولوس FVIII (برای تأمین فعالیت ۱۰۰٪) یکی درست قبل و دیگری ۸-۱۲ ساعت پس از پروسیجر دریافت کردند. برای بیمارانی که مهارکننده‌های مثبت داشتند، فاکتور VIIa تجویز شد.

تحت شرایط استریل، تزریق داخل مفصلی P-32 (۱ میلی کوری برای زانو و ۰/۵ میلی کوری برای سایر مفاصل، با نصف دوز بزرگسالان برای کودکان زیر ۱۲ سال) انجام شد. پس از تزریق، سوزن با ۲ سی‌سی نرمال سالین شسته و محل تزریق پانسمان شد. سپس مفصل با یک بانداز فشاری و آتل گچی به مدت ۱-۲ هفته، بسته به سن بیمار، بی‌حرکت شد. تنها یک تزریق به ازای هر مفصل آسیب‌دیده انجام شد و مفاصلی که بیش از یک تزریق P-32 دریافت کرده بودند، در مطالعه قرار نگرفتند. بیماران پس از یک هفته، سپس هر سه ماه تا یک سال، و پس از آن سالانه ارزیابی شدند. در این مطالعه، نرخ همارتروز، امتیاز بالینی (طبقه‌بندی فرناندز-پالازی) و امتیاز رادیولوژیک (مقیاس آرنولد-هیلمگارتنر) بر اساس رادیوگرافی‌های

شد، با یک مقدار  $p$  معنی‌دار ( $p = 0/001$ ) در گروه بالای ۳۶ ماه. در آخرین پیگیری، ۴٪ (۱ مورد) از گروه کمتر از ۳۶ ماه بهبود در نمره رادیولوژیک نشان دادند، ۵۸٪ (۱۷ مورد) بدون تغییر بودند و ۲۸٪ (۷ مورد) بدتر شدند. در گروه بیشتر از ۳۶ ماه، هیچ موردی (۰٪) بهبود نشان نداد، ۳۴٪ (۸ مورد) بدون تغییر بودند و ۶۵٪ (۱۵ مورد) بدتر شدن نمره رادیولوژیک را تجربه کردند. علاوه بر این، مقایسه تغییرات درجات رادیولوژیک (تفاوت بین نمره رادیولوژیک آخرین پیگیری و نمره قبل از تزریق) بین دو گروه (جدول ۲) نشان داد که درجه رادیولوژیک به میزان بیشتری در گروه پیگیری بیشتر از ۳۶ ماه بدتر شد (۰/۷۸) در برابر ۰/۲۵). این بدتر شدن معنادار درجه رادیولوژیک با مدت زمان پیگیری طولانی‌تر ممکن است نشان دهد که سینویورتز P-32 قادر به متوقف کردن تخریب مفصل مرتبط با آرتروپاتی هموفیلی نیست.

نشان می‌دهند. این جدول‌ها همچنین تفاوت درجات بالینی را نشان می‌دهند که به عنوان تفاوت بین درجه در آخرین پیگیری و درجه قبل از تزریق تعریف می‌شود. سینوکتومی رادیویی P-32 به طور معنی‌داری نمره بالینی میانگین را در هر دو گروه بهبود داد. اگرچه این بهبود در هر دو گروه به طور بالینی معنی‌دار بود، اما مقایسه نمره درجه بالینی بین دو گروه از نظر آماری معنی‌دار نبود ( $p = 0/8$ ). علاوه بر این، در حالی که هیچ بیمار قبل از سینویورتز P-32 درجه بالینی صفر نداشت، این مداخله نمره بالینی را در ۲۳٪ از بیماران در گروه کمتر از ۳۶ ماه و ۲۶٪ در گروه بالای ۳۶ ماه در آخرین پیگیری به درجه صفر بهبود داد (جدول ۴). داده‌های مشابه در مورد درجات رادیوگرافیک (مقیاس آرنولد-هیگلترتر) در جدول‌های ۲ و ۵ ارائه شده‌اند. همان‌طور که این جدول‌ها نشان می‌دهند، میانگین درجه رادیولوژیک در هر دو گروه پیگیری بدتر

جدول ۱: اطلاعات دموگرافیک و هموفیلی بیماران

گروه (مدت زمان پیگیری)	تعداد بیماران	جنسیت (مرد/زن)	سن (میانگین $\pm$ SD)	نوع اختلال انعقادی فراوانی (%)			فرکانس مهارکننده (%)	
				شدید A (فاکتور VIII $\geq 1\%$ )	متوسط A (فاکتور VIII $1-5\%$ )	توسط Willebrandtype 3	مثبت	منفی
بیشتر یا مساوی ۳۶ ماه	۳۰	۱/۲۹	۱۵/۵۵ $\pm$ ۶/۱۷	۲۷ (۹۰٪)	۲ (۶/۷٪)	۱ (۳/۳٪)	۴ (۱۳/۳٪)	۲۶ (۸۶/۶٪)
کمتر از ۳۶ ماه	۲۶	۰/۲۶	۸/۳۳ $\pm$ ۱۷/۷۱	۲۵ (۹۶/۲٪)	۱ (۳/۸٪)	-	۶ (۲۳/۱٪)	۲۰ (۷۶/۹٪)
		P = ۱/۰۰ (آزمون دقیق فیشر)	P = ۰/۲۷ (آزمون t نمونه مستقل)	P = ۱/۰۰ (آزمون دقیق فیشر)			P = ۰/۴۸ (آزمون دقیق فیشر)	

جدول ۲: مقایسه متغیرهای درون و بین گروه‌های پیگیری کمتر یا مساوی ۳۶ ماه و بیشتر از ۳۶ ماه

پاسخ: میزان همارتروز در ماه					
		قبل از تزریق	آخرین پیگیری	درجه کاهش همارتروز	
کمتر یا مساوی ۳۶ ماه	N: ۳۰	میانگین: ۷/۳۰	میانگین: ۳/۱۷	میانگین: ۱/۸۰	SE: ۰/۲۸
	عدم پیگیری: ۶	SE: ۱/۵۴	P: ۰/۰۰۱	SE: ۰/۷۹	P: ۰/۹
بیشتر از ۳۶ ماه	N: ۲۶	میانگین: ۴/۸۵	میانگین: ۳/۱۱	میانگین: ۱/۶۵	SE: ۰/۳
	عدم پیگیری: ۳	SE: ۱/۱۳	P: ۰/۰۰۲	SE: ۱/۰۵	P: ۰/۵۷۴
درجه بالینی (Fernandez-Palazzi)					
		قبل از تزریق	آخرین پیگیری	نمره بالینی	
کمتر یا مساوی ۳۶ ماه	N: ۳۰	میانگین: ۲/۷۳	میانگین: ۲/۱۷	میانگین: ۰/۵۶	SE: ۰/۲۱
	عدم پیگیری: ۰	SE: ۰/۰۹	P: ۰/۰۲۷	SE: ۰/۲۳	P: ۰/۸
		P: ۰/۵۷	P: ۰/۳۹		

بیشتر از ۳۶ ماه	N: ۲۶ عدم پیگیری: ۰	میانگین: ۲/۶۵ SE: ۰/۱۲	P: ۰/۰۲۸	میانگین: ۲ SE: ۰/۲۶	میانگین: ۰/۶۵ SE: ۰/۲۸
درجه رادیولوژی (مقیاس آرنولد-هیلمگاتنر)					
		قبل از تزریق		آخرین پیگیری	نمره رادیولوژی
کمتر یا مساوی ۳۶ ماه	N: ۳۰ عدم پیگیری: ۵	میانگین: ۳/۱۶ SE: ۰/۱۶	P: ۰/۱۳۰	میانگین: ۳/۴۱ SE: ۰/۱۹	میانگین: ۰/۲۵ SE: ۰/۱۵
		P: ۰/۶۱		P: ۰/۰۱۷	P: ۰/۰۱۳
بیشتر از ۳۶ ماه	N: ۲۶ عدم پیگیری: ۳	میانگین: ۳/۲۶ SE: ۰/۲۱	P: ۰/۰۰۱	میانگین: ۴/۰۴ SE: ۰/۱۵	میانگین: ۰/۷۸ SE: ۰/۱۴

جدول ۳: درجه بندی کاهش همارتروز پس از رادیوسینوکتومی

درجه	تعریف	درصد (%)	
		پیگیری کمتر یا مساوی ۳۶ ماه	پیگیری بیشتر از ۳۶ ماه
۰	بدون اپیزود خونریزی	۹ (۳۰٪)	۵ (۱۹/۲٪)
۱	<۷۵٪ کاهش در اپیزودهای خونریزی	۱۱ (۳۶/۷٪)	۶ (۲۳/۱٪)
۲	<۵۰٪ کاهش در اپیزودهای خونریزی	۲ (۶/۷٪)	۵ (۱۹/۲٪)
۳	<۲۵٪ کاهش در اپیزودهای خونریزی	۲ (۶/۷٪)	۲ (۷/۷٪)
۴	عدم تغییر در فراوانی اپیزودهای خونریزی	۶ (۲۰٪)	۸ (۳۰/۸٪)
	مجموع	۳۰ (۱۰۰٪)	۲۶ (۱۰۰٪)
	میانگین کاهش میزان همارتروز در ماه خطای استاندارد	۱/۸۰ ۰/۲۸	۱/۶۵ ۰/۳۰
		مقدار P = ۰/۹۰	

جدول ۴: بررسی اثرات رادیوسینوکتومی بر درجه بالینی (مقیاس فرناندز پالازی) قبل و بعد از رادیوسینوکتومی P-۳۲

	تعریف	پیگیری کمتر یا مساوی ۳۶ ماه		پیگیری بیشتر از ۳۶ ماه	
		قبل از تزریق	بعد از تزریق	قبل از تزریق	بعد از تزریق
۰		-	۷ (۲۳/۳٪)	-	۷ (۲۶/۹٪)
۱	سینوویت گذرا بدون عوارض پس از خونریزی	۱ (۳/۳٪)	۱ (۳/۳٪)	۲ (۷/۷٪)	۱ (۳/۸٪)
۲	سینوویت دائمی با ضخیم شدن سینوویال مداوم و دامنه حرکتی محدود	۶ (۲۰٪)	۲ (۶/۷٪)	۵ (۱۹/۲٪)	۳ (۱۱/۵٪)
۳	مورد درجه ۲ به علاوه آتروفی عضلانی و تغییر شکل محوری اندام	۲۳ (۷۶/۷٪)	۲۰ (۶۶/۷٪)	۱۹ (۷۳/۱٪)	۱۵ (۵۷/۷٪)
۴	آنکیلوز فیبری یا استخوانی	-	-	-	-
مجموع		۳۰ (۱۰۰٪)	۳۰ (۱۰۰٪)	۲۶ (۱۰۰٪)	۲۶ (۱۰۰٪)

جدول ۵: بررسی اثر رادیوسینوکتومی بر درجه رادیولوژیک (مقیاس آرنولد-هیگاتر) قبل و بعد از رادیوسینوکتومی P-۳۲.

تعریف	کمتر یا مساوی ۳۶ ماه		بیشتر از ۳۶ ماه	
	قبل از تزریق	بعد از تزریق	قبل از تزریق	بعد از تزریق
۰ مفصل طبیعی	-	-	-	-
۱ بدون ناهنجاری های اسکلتی: وجود تورم بافت نرم	-	۱ (۳/۷٪)	-	-
۲ پوکی استخوان و رشد بیش از حد اپی فیز؛ بدون فرسایش؛ عدم باریک شدن فضای غضروف	۶ (۲۴٪)	۳ (۱۱/۱٪)	۷ (۳۰/۴٪)	-
۳ کیست های استخوانی ساب کندرال اولیه؛ مربع شدن پتلا؛ پهن شدن شکاف بین کندیلها دیستال استخوان ران و یا استخوان بازو، حفظ فضای غضروف	۹ (۳۶٪)	۱۰ (۳۷٪)	۵ (۲۱/۷٪)	۷ (۲۶/۹٪)
۴ یافته های پیشرفته تر مرحله ۳: فضای غضروف باریک شده است	۱۰ (۴۰٪)	۱۰ (۳۷٪)	۹ (۳۹/۱٪)	۱۱ (۴۲/۳٪)
۵ خشکی فیبروز مفصل، از دست دادن فضای غضروف مفصلی؛ بزرگ شدن قابل توجه اپیفیز و بی نظمی قابل توجه مفصل	-	۳ (۱۱/۱٪)	۲ (۸/۷٪)	۸ (۳۰/۸٪)
مجموع	۲۵ (۱۰۰٪)	۲۷ (۱۰۰٪)	۲۳ (۱۰۰٪)	۲۶ (۱۰۰٪)

## بحث

با این حال، آن‌ها تعیین نکردند که آیا افزایش مصرف فاکتور در گروه بیش از ۳۶ ماه به دلیل درمان مفصل اصلی یا گسترش مفاصل هدف جدید بوده<sup>(۱۴)</sup>. در مطالعه دیگری، Silva و همکارانش مشاهده کردند که ۷۵٪ از موارد طی ۶ ماه تا ۸ سال پس از ۱۱۵ سینوپورتز اولیه P-32 کاهش همارتروز نشان دادند. کاهش همارتروز در طول زمان کاهش یافت، از ۹۳٪ سه ماه پس از تزریق به ۷۳/۷٪ پس از ۸ سال<sup>(۱۷)</sup>. در مطالعه قبلی، مرتضوی و همکارانش ۶۶ مورد سینوپورتز P-32 را در ۵۳ بیمار بررسی کردند که برخی از آن‌ها در گروه پیگیری بیش از ۳۶ ماه از مطالعه حاضر قرار داشتند. آن‌ها دریافتند که درصد موارد بدون خونریزی پس از تزریق P-32 تمایل به کاهش داشت، به ویژه در طی شش ماه اول پس از تزریق، از ۳۹٪ در ماه سوم به ۲۶٪ در ماه ششم کاهش یافت. این کاهش به عواملی مانند رشد مجدد سینوویوم و التهاب مداوم، افزایش بار فیزیکی با توجه به احتیاط کمتر و فعالیت بیشتر بیماران و عدم فیزیوتراپی پس از تزریق برای افزایش قدرت عضلانی نسبت داده شد<sup>(۱۳)</sup>.

در مطالعه حاضر، در حالی که کاهش معناداری در نرخ همارتروز در هر دو گروه کمتر از ۳۶ ماه و بیشتر از ۳۶ ماه پیگیری مشاهده شد (جدول ۲)، مشابه با مطالعات قبلی، ما تفاوت معناداری در کارایی سینوپورتز بین دو گروه در مقایسه با درجه کاهش همارتروز پیدا نکردیم (جدول ۳). در آخرین بازدید، توقف کامل همارتروز (درجه ۰ کاهش همارتروز) در ۳۰٪ از گروه کمتر از ۳۶ ماه و ۱۹/۲٪ از گروه بیشتر از ۳۶ ماه مشاهده شد (جدول ۳). اگرچه تفاوت از نظر آماری معنادار نبود ( $p=0/574$ )، اما نشان می‌دهد که ممکن است احتمال بالاتری برای درمان کامل همارتروز پس از سینوپورتز P-32 در گروه کمتر از ۳۶ ماه وجود داشته باشد.

در مورد درجه بالینی، ما بهبود روند را در هر دو گروه یافتیم (۰/۶۵ در گروه بیشتر از ۳۶ ماه ( $p=0/28$ ) و ۰/۵۶ در گروه کمتر از ۳۶ ماه ( $p=0/27$ )، با تفاوت معنادار بین این بهبودها ( $p=0/8$ ). همانطور که

مشابه مطالعه ما، چندین تحقیق دیگر نیز استفاده از سینوپورتز رادیواکتیو P-32 را برای درمان آرتروپاتی هموفیلی بررسی کرده‌اند و نشان داده‌اند که این روش به طور موثری نرخ همارتروز را کاهش می‌دهد، مصرف فاکتور انعقادی را کاهش می‌دهد و وضعیت بالینی بیمار را بهبود می‌بخشد<sup>(۱۲،۱۳،۱۷،۱۹)</sup>. تفاوت اصلی بین سینوپورتز با استفاده از P-32 و روش‌های قبلی در نوع رادیونوکلید استفاده شده و خواص خاص آن است. P-32، یک رادیونوکلید با انتشار بتا، نسبت به رادیونوکلیدهای قبلی مانند Re-188 یا Y-90 انتشار انرژی بالاتری دارد. این انتشار انرژی بالاتر اجازه می‌دهد که پوشش سینوویال به طور موثرتری نفوذ و درمان شود، که می‌تواند به نتایج بهتری از نظر کاهش درد و کاهش تورم مفصل منجر شود. علاوه بر این، P-32 دارای نیمه عمر کوتاه‌تری است که ممکن است منجر به اثری محلی‌تر و کاهش خطر تابش سیستمیک شود. با این حال، تحقیقات بیشتری برای درک کامل مزایای بلندمدت و خطرات احتمالی مرتبط با سینوپورتز P-32 در مقایسه با روش‌های قبلی مورد نیاز است<sup>(۱۹)</sup>.

یک سؤال مهم دیگر در مورد دوام این اثر است. هنگامی که سینوپورتز رادیواکتیو عروق زیرسینوویال را هدف می‌گیرد و آنها را تخریب و مسدود می‌کند، آیا آنژیوژنز و رواسکولاریزه شدن در نهایت منجر به تشکیل عروق خونریزی‌دهنده جدید می‌شود که باعث همارتروز مکرر می‌شود؟ این امکان می‌تواند از کاهش کارایی سینوپورتز در کاهش همارتروز، مصرف فاکتور انعقادی و درجات بالینی در طول دوره پیگیری طولانی‌تر استنباط شود. یک سوال حیاتی دیگر این است که آیا طبیعت تخریبی آرتروپاتی هموفیلی می‌تواند توسط سینوپورتز معکوس یا متوقف شود یا خیر.

عراقی و همکارانش دریافتند که بیماران با کمتر از ۳۶ ماه پیگیری نیاز به فاکتور کمتری در مقایسه با بیماران با بیش از ۳۶ ماه پیگیری داشتند.

محاسبه نرخ هماتروز بر اساس یک متغیر ذهنی بود که ممکن است به اندازه کافی دقیق نبوده باشد. اگرچه از همان مرکز ارجاعی برای درمان در همه بیماران استفاده شد، ادغام نمرات بالینی ثبت شده به صورت عینی می‌توانست به عنوان یک بررسی دوگانه برای اطمینان از تشخیص دقیق آرتروپاتی هموفیلی عمل کند. علاوه بر این، در حالی که هدف اصلی سینویورتز رادیواکتیو کاهش بار مصرف فاکتور انعقادی است، محاسبه مصرف فاکتور - با توجه به امکان درمان در خانه یا مراکز دیگر برای خونریزی مفصلی و غیرمفصلی - ممکن است دقیق نبوده باشد. این عدم دقت احتمالی مانع از بحث دقیق‌تر در این زمینه در مطالعه ما شد.

در زمینه استفاده از سینویورتز رادیواکتیو P-32 برای مفاصل هموفیلی، یافته‌های ما نشان‌دهنده کاهش معنادار در هماتروز است. با این حال، هنوز زود است که به‌طور قطعی بگوییم این کاهش در طول زمان پایدار است. در حالی که نتایج اولیه امیدوارکننده هستند و کاهش قابل توجهی در خونریزی مفصلی را نشان می‌دهند، مطالعات پیگیری بلندمدت برای اطمینان از پایداری این اثر ضروری هستند.

محدودیت مطالعه حاضر به دوره مشاهده ۳۶ ماهه، توانایی ما را برای نتیجه‌گیری قطعی درباره پایداری کاهش هماتروز محدود می‌کند. تحقیقات بیشتر با دوره‌های پیگیری طولانی‌تر ضروری است تا کارایی پایدار سینویورتز P-32 در کاهش سطح هماتروز ارزیابی شود. علاوه بر این، نظارت بر عوارض جانبی بلندمدت برای تعیین قابلیت و ایمنی کلی این مداخله برای مدیریت مزمن در بیماران هموفیلی ضروری خواهد بود.

## نتیجه‌گیری

سینویورتز P-32 یک روش مؤثر و مقاوم برای مدیریت سینوویت هموفیلی، به‌ویژه در کاهش هماتروز و بهبود نمرات بالینی است. با این حال، این روش درمانی به نظر نمی‌رسد که پیشرفت رادیولوژیک تخریب مفصل مرتبط با آرتروپاتی هموفیلی را متوقف کند.

## منابع

- Hanley J, McKernan A, Creagh M, Classey S, McLaughlin P, Goddard N, et al. Guidelines for the management of acute joint bleeds and chronic synovitis in haemophilia: a United Kingdom Haemophilia Centre Doctors' Organisation (UKHCDO) guideline. *Haemophilia*. 2017;23(4):511-20. doi.org/10.1111/hae.13201
- Rodriguez-Merchan EC. Radiosynovectomy in haemophilia. *Blood Reviews*. 2019;35:1-6. doi.org/10.1016/j.blre.2019.01.002
- Stein H, Duthie R. The pathogenesis of chronic haemophilic arthropathy. *Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume*. 1981;63(4):601-9. doi.org/10.1302/0301-620x.63b4.7298694
- van Vulpen LF, Thomas S, Keny SA, Mohanty SS. Synovitis and synovectomy in haemophilia. *Haemophilia*. 2021;27:96-102. doi.org/10.1111/hae.14025

در جدول ۴ نشان داده شده است، اگرچه هیچ بیمار قبل از سینویورتز P-32 درجه بالینی صفر نداشت، این مداخله نمره بالینی را در ۲۳/۳٪ از بیماران در گروه کمتر از ۳۶ ماه و ۲۶/۹٪ در گروه بیشتر از ۳۶ ماه در آخرین پیگیری به درجه صفر بهبود داد. این یافته که می‌تواند به عنوان مترادف با توقف هماتروز (درجه صفر کاهش هماتروز) مشاهده شود و در مطالعات قبلی گزارش شده است، یک فرصت مهم برای بیماران برای درمان کامل توسط یک روش ساده را نشان می‌دهد<sup>(۱۳،۱۷)</sup>.

در مطالعه حاضر، در دوره پیگیری، مفاصل هدف جدید در ۱۰ بیمار (۳۳/۳٪) در گروه کمتر از ۳۶ ماه و ۱۳ بیمار (۵۰٪) در گروه بیشتر از ۳۶ ماه شناسایی شدند (p > ۰/۰۵). با افزایش مدت زمان پیگیری، احتمال درگیری تعداد بیشتری از مفاصل توسط آرتروپاتی هموفیلی به صورت تدریجی افزایش می‌یابد. ظهور مفاصل هدف جدید نشان می‌دهد که سینویورتز یک درمان موضعی است و اثری درمانی یا پیشگیرانه بر روی مفاصل دیگر ندارد. این همچنین توضیح می‌دهد که چرا مصرف فاکتور در بیمارانی که به‌طور کلی به سینویورتز پاسخ خوبی داده‌اند، همچنان ادامه دارد و باعث می‌شود که ارتباط مستقیم بین مصرف فاکتور و موفقیت سینویورتز دشوار شود.

مشابه با یافته‌های ما، یک مطالعه پیگیری رادیوگرافیک بر روی ۲۹ مفصل در دوره ۱ تا ۱۴ سال (میانگین ۸ سال) نشان داد که ۷۹٪ از مفاصل دچار بدتر شدن نمره رادیولوژیک شده‌اند. ریوار و همکاران نمره رادیولوژیک ۹۲ مفصل در ۴۸ بیمار هموفیلی را که با سینویورتز P-32 درمان شده بودند، ارزیابی کردند. آنها نتیجه‌گیری کردند که آرتروپاتی هموفیلی به محض شروع، بدون توجه به درمان، به پیشرفت خود ادامه می‌دهد<sup>(۱۱)</sup>.

در مطالعه ما، ۶۳٪ از مفاصل در گروه پیگیری بیش از ۳۶ ماه بدتر شدن درجه رادیولوژیک را نشان دادند، با میانگین بدتر شدن ۰/۷۸. این بدتر شدن به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه با پیگیری کمتر از ۳۶ ماه بود که تنها ۲۸٪ از موارد بدتر شدن را نشان دادند، با میانگین بدتر شدن ۰/۲۵ (p < ۰/۰۵). این یافته‌ها نشان می‌دهد که علی‌رغم بهبود نرخ هماتروز و درجه بالینی مفصل، طبیعت تخریبی آرتروپاتی هموفیلی همچنان ادامه دارد، حتی پس از سینویورتز P-32. با این حال، مطالعه ما محدود به دوره پیگیری ۳۶ ماه است که توانایی ما در ارزیابی کامل اثرات مهارتی سینویورتز رادیواکتیو P-32 بر تخریب غضروف مفصل را محدود می‌کند. مطالعه ما دارای برخی محدودیت‌ها بود. اندازه نسبتاً کوچک نمونه ممکن است نتایج ما را تحت تأثیر قرار داده باشد، به‌ویژه از نظر خطای نوع II، جایی که برخی تفاوت‌هایی که به نظر نمی‌رسید معنادار باشند، ممکن است با نمونه بزرگتر معنادار باشند. علاوه بر این، ما نتایج پیگیری را بین دو گروه از بیماران مختلف مقایسه کردیم، به جای دنبال کردن همان بیماران در دوره‌های مختلف. اگرچه تطابق گروه‌ها قبل از تزریق P-32 برای به حداقل رساندن تعصب انتخاب انجام شد، این رویکرد نسبت به مقایسه‌های درون‌مریضی کمتر قوی است.

- 5 Hoots W, Rodriguez N, Boggio L, Valentino L. Pathogenesis of haemophilic synovitis: clinical aspects. *Haemophilia*. 2007;13(s3):4-9. doi.org/10.1111/j.1365-2516.2007.01533.x
- 6 Rodriguez-merchan e. Haemophilic synovitis: basic concepts. *Haemophilia*. 2007;13(s3):1-3. doi.org/10.1111/j.1365-2516.2007.01532.x
- 7 Rodriguez-Merchan E, Wiedel J. General principles and indications of synoviorthesis (medical synovectomy) in haemophilia. *Haemophilia*. 2001;7(s2):6-10. doi.org/10.1046/j.1365-2516.2001.00102.x
- 8 odriguez-Merchan EC. Surgical approaches to hemophilic arthropathy. *Blood Coagulation & Fibrinolysis. Haemophilia and Other Congenital Coagulopathies*. 2019;30: 11-13. doi.org/10.1097/MBC.0000000000000824
- 9 Ernstbrunner L, Hingsammer A, Catanzaro S, Sutter R, Brand B, Wieser K, et al. Long-term results of total knee arthroplasty in haemophilic patients: an 18-year follow-up. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2017;25:3431-3438. doi.org/10.1007/s00167-016-4340-6
- 10 Rodriguez-Merchan EC, De la Corte-Rodriguez H, Alvarez-Roman MT, Gomez-Cardero P, Jimenez-Yuste V. Radiosynovectomy for the treatment of chronic hemophilic synovitis: an old technique, but still very effective. *Journal of Clinical Medicine*. 2022;11(24):7475. doi.org/10.3390/jcm11247475
- 11 Rivard GE, Girard M, Belanger R, Jutras M, Guay JP, Marton D. Synoviorthesis with colloidal 32P chromic phosphate for the treatment of hemophilic arthropathy. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1994;76(4):482-488. doi.org/10.2106/00004623-199404000-00002
- 12 Zhang W-Q, Han S-Q, Yuan Z, He Y-T, Zhang H, Zhang M. Effects of intraarticular 32 P colloid in the treatment of hemophilic synovitis of the knee: A short term clinical study. *Indian Journal of Orthopaedics*. 2016;50:55-58. doi.org/10.4103/0019-5413.173507
- 13 Mortazavi S, Asadollahi S, Farzan M, Shahriaran S, Aghili M, Izadyar S, et al. 32P colloid radiosynovectomy in treatment of chronic haemophilic synovitis: Iran experience. *Haemophilia*. 2007;13(2):182-188. doi.org/10.1111/j.1365-2516.2006.01424.x
- 14 Eraghi AS, Kaseb MH, Espandar R, Mardookhpour S. The long-term effects of radioactive phosphorous synoviorthesis on hemophilic arthropathy. *Blood Cells Mol Dis*. 2015;55(1):68-70. doi.org/10.1016/j.bcmd.2015.03.011
- 15 Rodriguez-Merchan E, De la Corte-Rodriguez H, Jimenez-Yuste V. Radiosynovectomy in haemophilia: long-term results of 500 procedures performed in a 38-year period. *Thrombosis Research*. 2014;134(5):985-90. doi.org/10.1016/j.thromres.2014.08.023
- 16 Heim M, Goshen E, Amit Y, Martinowitz U. Synoviorthesis with radioactive Yttrium in haemophilia: country experience. *Haemophilia*. 2001;7(s2):36-9. doi.org/10.1046/j.1365-2516.2001.00108.x
- 17 Silva M, Luck J, Siegel M. 32P chromic phosphate radiosynovectomy for chronic haemophilic synovitis. *Haemophilia*. 2001;7(s2):40-9. doi.org/10.1046/j.1365-2516.2001.00109.x
- 18 Gualtierotti R, Solimeno LP, Peyvandi F. Hemophilic arthropathy: current knowledge and future perspectives. *Journal of Thrombosis and Haemostasis*. 2021;19(9):2112-21. doi.org/10.1111/jth.15444
- 19 Knut L. Radiosynovectomy in the therapeutic management of arthritis. *World Journal of Nuclear Medicine*. 2015;14(01):10-5. doi.org/10.4103/1450-1147.150509

## شیوع و الگوهای مرگ ناشی از تروما در کودکان و نوجوانان در شهری پر جمعیت در ایران

### چکیده:

**مقدمه:** هدف ما ارزیابی اپیدمیولوژی (همه‌گیرشناسی) و الگوی مرگ‌های ناشی از تروما در کودکان یک شهر در ایران، طی بازه زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۰ است، با توجه به اهمیت اطلاعات مربوط به تروما و مرگ‌ومیر کودکان است.

**مواد و روش‌ها:** مطالعه حاضر مطالعه‌ای مقطعی و گذشته‌نگر شامل کودکان و نوجوانانی است که بین سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۰ به یک بیمارستان تخصصی تروما مراجعه کرده‌اند. اطلاعات مربوط به پروفایل‌های بالینی ۱۶۴۱۳ کودک جمع‌آوری و تحلیل شد که شامل ویژگی‌های جمعیت‌شناختی، نوع و سازوکار آسیب، روش ارجاع و محل آسیب‌ها بود.

**نتایج و بحث:** تعداد ۱۵۱ مرگ (۰/۹۲ درصد) مرتبط با تروما شناسایی شد که، از این تعداد، ۱۲۸ نفر (۸۴/۷ درصد) پسر و ۲۳ نفر (۱۵/۳ درصد) دختر بودند ( $P = ۰/۰۳۳$ ). میانگین سنی کودکان دچار مرگ‌ومیر و کودکان بدون مرگ‌ومیر به ترتیب  $۱۰/۰ \pm ۶/۱$  و  $۱۱/۰ \pm ۵/۶$  سال بود ( $P = ۰/۰۷$ ). تعداد ۵۱ مورد (۳۳/۸ درصد) از مرگ‌ها در کودکان ۱۵ تا ۱۸ سال رخ داده بود ( $P = ۰/۰۰۴$ ).

بیشترین میزان مرگ‌ومیر در فصل تابستان با ۴۸ نفر (۳۱/۸ درصد) گزارش شد ( $P = ۰/۹۶$ ). تصادفات رانندگی با ۱۳۰ مورد (۸۶ درصد) شایع‌ترین سازوکار آسیب بودند ( $P < ۰/۰۰۱$ ). شایع‌ترین آسیب‌هایی که به مرگ منجر شدند تروماهای سر و گردن بودند که موجب ۶۴ مورد (۴۲/۴ درصد) مرگ شدند. درباره انتقال به بیمارستان، ۱۲۳ مورد (۸۱/۴ درصد) از مرگ‌ها با آمبولانس و ۲۸ مورد (۱۸/۶ درصد) با وسیله نقلیه شخصی به بیمارستان ارجاع داده شدند ( $P < ۰/۰۰۱$ ).

**نتیجه‌گیری:** اکثر مرگ‌های ناشی از تروما در کودکان و نوجوانان در شهر ما در ایران، در پسران ۱۶ تا ۱۸ ساله رخ داده است که دچار تروماهای سر و گردن یا قفسه سینه شدند و با آمبولانس به بیمارستان ارجاع داده شدند و علت آن تصادفات رانندگی در خیابان‌ها، عمدتاً با خودرو، بوده است. تعداد ۰/۹۲ درصد از تروماها به مرگ‌ومیر منجر شدند و شایع‌ترین علت آن آسیب‌های سر و گردن بود. تصادفات رانندگی، که علت اصلی تروما هستند، به مداخلات اجتماعی، قانونی و محیطی نیاز دارند.

**واژگان کلیدی:** اپیدمیولوژی، مرگ‌ومیر، کودک، تروما

پذیرش مقاله: ۳۹ روز قبل از چاپ

دکتر محمدرضا شریف،<sup>۱</sup> دکتر بهزاد نژاد-تبریزی،<sup>۲</sup> دکتر پیمان میرقادری،<sup>۳</sup> دکتر سید محمدرضا طباطبایی،

دکتر سید محمد میلاد سید طباطبایی

### مقدمه

آسیب‌ها در کودکان عامل اصلی مرگ‌ومیر و ناتوانی در سراسر جهان هستند. در جهان صنعتی‌شده، آسیب‌های غیرعمدی در کودکان تقریباً ۴۰ درصد از کل مرگ‌ومیرها را دربر می‌گیرند<sup>(۱)</sup>. در ۲۰۱۹، تخمین زده شد که حمل‌ونقل و آسیب‌های غیرعمدی مسئول ۲۵ درصد از مرگ‌ها و ۱۴ درصد از سال‌های زندگی تعدیل‌شده همراه با ناتوانی (DALYs) در میان نوجوانان بوده‌اند. این آمار نشان‌دهنده بهبودی اندک از ۱۹۹۰ است، یعنی زمانی که این آسیب‌ها مسئول ۲۶ درصد از مرگ‌ومیرهای نوجوانان و ۱۷ درصد از DALYها بودند<sup>(۲)</sup>. تروما سومین علت اصلی مرگ‌ومیر در ایالات متحده آمریکا در میان افراد یک تا ۴۴ سال است<sup>(۳،۴)</sup> و در ۲۰۱۰، بیش از ۶۲۰ هزار کودک در سراسر جهان به دلیل آسیب‌های غیرعمدی جان خود را از دست دادند<sup>(۴)</sup>. تخمین زده می‌شود که نرخ مرگ‌ومیر ناشی از تروما دو برابر نرخ مرگ‌ومیر ناشی از سرطان است<sup>(۳)</sup>. قربانیان بازمانده از آسیب‌های تروما نیز با اختلالات عملکردی و شناختی گوناگونی مواجه شده‌اند<sup>(۵،۶)</sup>. این ناتوانی‌ها گاهی دائمی هستند و در کیفیت زندگی و رشد آن‌ها تأثیر می‌گذارند<sup>(۶)</sup>. مطالعات مختلف و مشاهدات بالینی نشان می‌دهند که بازماندگان تروما (عمدتاً افراد زیر ۱۸ سال) اغلب دچار ناتوانی و با هزینه‌های اقتصادی بالایی مواجه می‌شوند<sup>(۷،۸)</sup>. بیش از ۹۰ درصد از آسیب‌ها و مرگ‌ومیرهای ناشی از تروما در کشورهای با درآمد کم و متوسط رخ می‌دهد که بار مالی زیادی بر فرد آسیب‌دیده و جامعه وارد می‌کند و، به دلیل از دست رفتن سال‌های ظرفیت عملکردی، هزینه‌های غیرمستقیمی برای افراد و جامعه ایجاد می‌شود. طبق مطالعات، این از دست دادن سال‌ها برای افراد زیر ۶۵ سال تقریباً ۳۰ درصد است<sup>(۹،۱۰)</sup>.

۱. مرکز تحقیقات تروما کاشان، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران  
 ۲. مرکز تحقیقات بازسازی مفاصل (JRRC)، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران  
 ۳. مرکز تحقیقات علمی دانشجویان (SSRC)، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

نویسنده مسئول:

دکتر بهزاد نژاد-تبریزی

Email address:

Tabrizibehzad@gmail.com

این مطالعه شامل بیمارانی بود که در بخش اورژانس فوت کرده و سپس از سردخانه بیمارستان خارج شده‌اند. تمامی بیماران ترومایی را جراح کودکان (در صورت تروماهای کودکان) و سایر متخصصان در صورت نیاز، پس از احیا و مدیریت توسط گروه ترومای باتجربه بیمارستان، تحت درمان قرار دادند.

### جمع‌آوری داده‌ها

داده‌ها بر اساس ویژگی‌های جمعیت‌شناختی، نوع آسیب، فاصله زمانی بین وقوع حادثه و ارجاع به بیمارستان، روش ارجاع، وضعیت بالینی بیمار در زمان ارجاع، تاریخ وقوع تروما، محل حادثه، نوع وسیله نقلیه و محل آسیب‌ها جمع‌آوری شدند.

### تحلیل آماری

سپس، داده‌های جمع‌آوری شده وارد نرم‌افزار IBM SPSS نسخه ۲۴ شدند و تحلیل‌های آماری بر روی آن‌ها انجام شد. شاخص‌های اصلی مانند میانگین، فراوانی و انحراف معیار از داده‌ها استخراج شدند. تحلیل‌ها به‌منظور مقایسه ویژگی‌های بیماران فوت‌شده و بازماندگان پس از پذیرش انجام شد. با توجه به نوع متغیرها و بر اساس نرمال بودن داده‌ها طبق آزمون شاپیرو-ویلک، از آزمون کای‌اسکوئر یا آزمون تی-استیودنت (t-Student) استفاده شد. سطح معناداری  $P < 0/05$  در نظر گرفته شد.

### نتایج

در مجموع، ۱۶۴۱۳ بیمار شامل ۱۵۱ مورد (۰/۹۲ درصد) مرگ و ۱۶۲۶۲ بیمار بازمانده (۹۹/۰۸ درصد) وارد مطالعه شدند. میانگین سنی در گروه‌های مرگ‌ومیر و غیرمرگ‌ومیر به ترتیب  $11/0 \pm 6/1$  و  $5/6 \pm 11/0$  سال بود که تفاوت معناداری را نشان نداد ( $P = 0/07$ ). در میان کودکان و نوجوانانی که فوت کردند، ۸۴/۷ درصد پسر (۱۲۸ مورد) و ۱۵/۳ درصد دختر (۲۳ بیمار) بودند که تفاوت معناداری را از نظر جنسیت نشان داد ( $P = 0/033$ ) (جدول ۱).

بیشترین تعداد مرگ‌ها (۱۶/۵ درصد) در ۲۰۱۳ رخ داده بود ( $P = 0/64$ ) (شکل ۱).

بیشترین تعداد مرگ‌ها در گروه سنی ۱۶ تا ۱۸ سال با ۵۱ نفر (۳۳/۸ درصد) رخ داد. تفاوت معناداری در تعداد مرگ‌ها بر اساس گروه سنی مشاهده شد ( $P = 0/004$ ). در خصوص نرخ مرگ‌ومیر در هر فصل، بیشترین میزان مرگ‌ومیر در تابستان با ۴۸ نفر (۳۱/۸ درصد) و کمترین میزان مرگ‌ومیر در زمستان با ۲۵ نفر (۱۶/۵ درصد) گزارش شد ( $P = 0/96$ ) (جدول ۱).

توزیع کودکان و نوجوانان ترومایی بر اساس محل حادثه در جدول ۲ ارائه شده است. بیشترین تعداد مرگ‌ها ناشی از تروماهای خیابانی با ۸۰ مورد (۵۳ درصد) بود و پس از آن، تروماهای جاده‌ای با ۳۴ بیمار (۲۲/۵ درصد) قرار داشتند.

مطالعات متعددی نشان داده‌اند که شایع‌ترین تروما در کودکان سقوط از ارتفاع، آسیب‌های ورزشی، غرق شدن، سوختگی‌ها و تصادفات رانندگی هستند<sup>(۱-۲)</sup>. باین‌حال، بر اساس مطالعه در مناطق گوناگون در زمان‌های متفاوت و همچنین وقوع رویدادهای پیش‌بینی‌نشده، خشونت، خودآسیبی و جنگ شایع‌ترین سازوکارهای تروما توصیف شده‌اند و بر این اساس، مسئول نیمی از تمام مرگ‌های ناشی از تروما در سال ۲۰۰۰ بوده‌اند که معادل ۱/۶ میلیون مرگ بوده است<sup>(۳)</sup>. تروما در کودکان، به‌دلیل تأثیر اساسی آن در ایجاد مرگ‌ومیر در کودکان، همواره نگرانی بسیاری از جوامع و سازمان‌ها بوده است<sup>(۳،۱۵،۲۱،۲۲)</sup>.

این اطلاعات برای فرایندهای برنامه‌ریزی کلان‌ملی و محلی و برنامه‌های بهداشتی ضروری است که بر اساس منطقه جغرافیایی، فرهنگ، دین و قومیت متفاوت هستند. باین‌حال، گزارش‌ها و آمار مشخصی درباره ایران و کشورهای همسایه در خاورمیانه وجود ندارد و تحقیقاتی که در مناطق گوناگون انجام شده است شیوع‌های متفاوت و متغیری را نشان می‌دهد<sup>(۱۴،۲۳)</sup>.

حمل‌ونقل و آسیب‌های غیرعمدی همچنان عامل مرگ‌ومیر و سال‌های زندگی تعدیل‌شده همراه با ناتوانی (DALYS) در کودکان و نوجوانان هستند، که لزوم اولویت‌بندی راهبردهای جدید برای پیشگیری از آسیب‌ها را تأیید می‌کنند<sup>(۲۴)</sup>. بیشتر آسیب‌های ترومایی در کودکان را می‌توان پیش‌بینی و از آن‌ها پیشگیری کرد<sup>(۲۵)</sup>.

اگرچه هدف اصلی این است که از تمامی آسیب‌ها پیشگیری شود، به‌دلیل از دست دادن بخش چشمگیری از زندگی فرد ترومایی، لازم است مطالعات بیشتری درباره آسیب‌های بحرانی‌ای که به مرگ‌ومیر منجر می‌شوند انجام شود. ما اپیدمیولوژی و الگوی مرگ‌های ناشی از تروما در کودکان را در شهر خودمان در کشوری در حال توسعه در خاورمیانه یعنی ایران را بر اساس طبقه‌بندی سنی سازمان بهداشت جهانی (WHO) با توجه به اهمیت اطلاعات مربوط به تروما و مرگ‌ومیر کودکان در جوامع در حال توسعه خودمان بررسی کردیم.

### مواد و روش‌ها

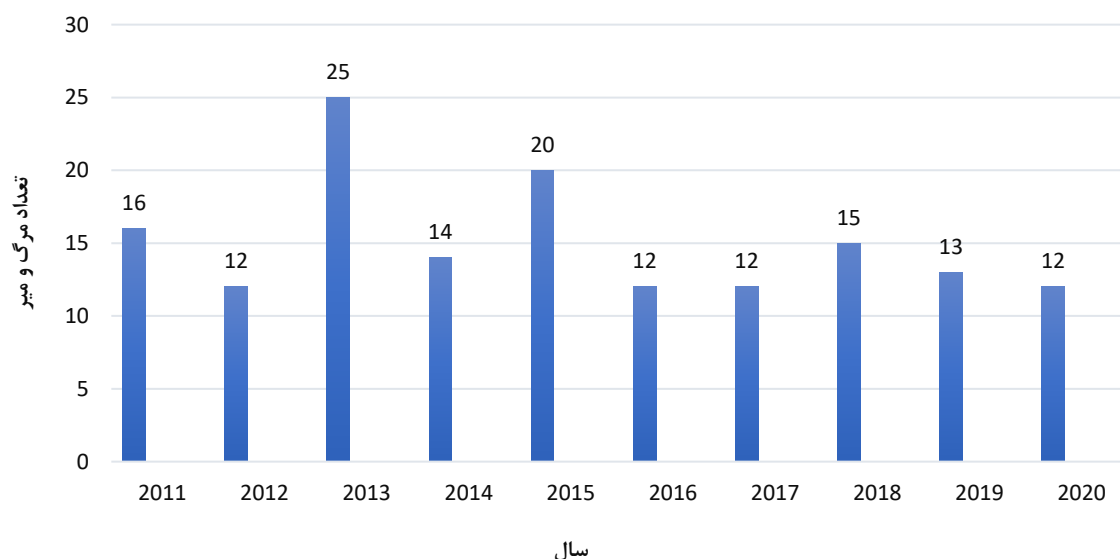
#### طرح مطالعه و محل تحقیق

مطالعه حاضر را کمیته بررسی اخلاقی (IRB) دانشگاه علوم پزشکی ما تأیید کرده است. تمامی حقوق بیماران و قوانین اخلاقی رعایت شده و اطلاعات شخصی بیماران محرمانه نگهداری شده است.

این مطالعه نوعی مطالعه هم‌گروهی گذشته‌نگر است که بر اساس پایگاه‌های داده مرکز ترومای شهر ما انجام شده است. این تحقیق کودکان و نوجوانان ۱ تا ۱۸ سال را از سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۰ بررسی کرده است؛ این بیماران به بخش تریاژ جراحی بیمارستان تخصصی ما در کاشان در ایران ارجاع داده شده‌اند. در این مطالعه، موارد مرگ‌ومیری که قبل از رسیدن به بخش اورژانس (ED) اتفاق افتاده بودند از مطالعه خارج شدند.

جدول ۱: توزیع کودکان و نوجوانان ترومایی بر اساس داده‌های جمعیت‌شناختی

P-value	غیرمرگ‌ومیر	مرگ‌ومیر		
*۰/۰۳۳	۱۲۶۰۵(٪۷۷/۵)	۱۲۸(٪۸۴/۷)	مرد	جنسیت
	۳۶۵۷(٪۲۲/۵)	۲۳(٪۱۵/۳)	زن	
۰/۹۶	۴۵۵۳(٪۲۸)	۴۳(٪۲۸/۵)	بهار	فصل
	۵۲۰۳(٪۳۲)	۴۸(٪۳۱/۸)	تابستان	
	۳۵۷۷(٪۲۲)	۳۵(٪۲۳/۲)	پاییز	
	۲۹۲۹(٪۱۸)	۲۵(٪۱۶/۵)	زمستان	
۰/۰۰۴	۲۸۸۲(٪۱۷/۷)	۴۳(٪۲۸/۵)	۵-۱ سال (کودکی اول)	گروه‌های سنی
	۳۳۶۲(٪۲۰/۷)	۳۲(٪۲۱/۲)	۶-۱۰ سال (کودکی دوم)	
	۳۶۱۰(٪۲۲/۲)	۲۵(٪۱۶/۵)	۱۱-۱۵ سال (نوجوانی اول)	
	۶۴۰۸(٪۳۹/۴)	۵۱(٪۳۳/۸)	۱۶-۱۸ سال (نوجوانی آخر)	
	۱۶۲۶۲(٪۱۰۰)	۱۵۱(٪۱۰۰)	مجموع	



شکل ۱: شیوع مرگ ناشی از تروما در کودکان و نوجوانان در هر سال

جدول ۲: توزیع فراوانی کودکان و نوجوانان ترومایی بر اساس محل حادثه

P-value	غیرمرگ‌ومیر	مرگ‌ومیر	محل تصادف
۰/۰۰۱	۷۷۵۵(٪۴۷/۷)	۸۰(٪۵۳)	خیابان
	۹۱۴(٪۵/۶)	۳۴(٪۲۲/۵)	جاده
	۳۳۹(٪۲/۱)	۱۵(٪۹/۹)	آزادراه
	۵۳۵۴(٪۳۲/۹)	۱۱(٪۷/۳)	خانه و مدرسه
	۸۵۴(٪۵/۲)	۳(٪۲)	باشگاه
	۸۳۱(٪۵/۱)	۳(٪۲)	روستا
	۲۱۵(٪۱/۴)	۵(٪۳/۳)	دیگر
	۱۶۲۶۲(٪۱۰۰)	۱۵۱(٪۱۰۰)	مجموع

به دلیل تصادفات و حوادث رانندگی با ۱۳۰ نفر (۸۶ درصد،  $P < 0/001$ ) بود. در خصوص وسیله نقلیه مورد استفاده در تصادفات رانندگی، بیشترین مرگومیر ناشی از تروماهای موتورسیکلت با ۵۵ نفر (۴۲/۳ درصد،  $0/001 < P < 0/001$ ) بود که پس از آن تصادفات خودرویی با ۳۱/۵ درصد قرار داشتند. فاصله زمانی بین آسیب و ارجاع به بیمارستان از مناطق شهری برای گروه مرگومیر و گروه غیرمرگومیر به ترتیب  $15/2 \pm 4/1$  و  $15/4 \pm 2/2$  دقیقه بود که از نظر آماری تفاوت معناداری نداشت ( $P = 0/95$ ). این زمان در آسیب‌های خارج از شهر برای گروه مرگومیر و گروه غیرمرگومیر به ترتیب  $44/5 \pm 3/1$  و  $45/4 \pm 2/9$  دقیقه بود که تفاوت معناداری نداشت ( $P = 0/89$ ).  
درباره وضعیت بالینی بیمار در زمان پذیرش، بیشترین مرگومیر در شرایط بالینی مربوط به کاهش سطح هوشیاری با ۸۸ مورد (۵۸/۳ درصد) بود که از نظر آماری تفاوت معناداری داشت ( $P < 0/001$ ).

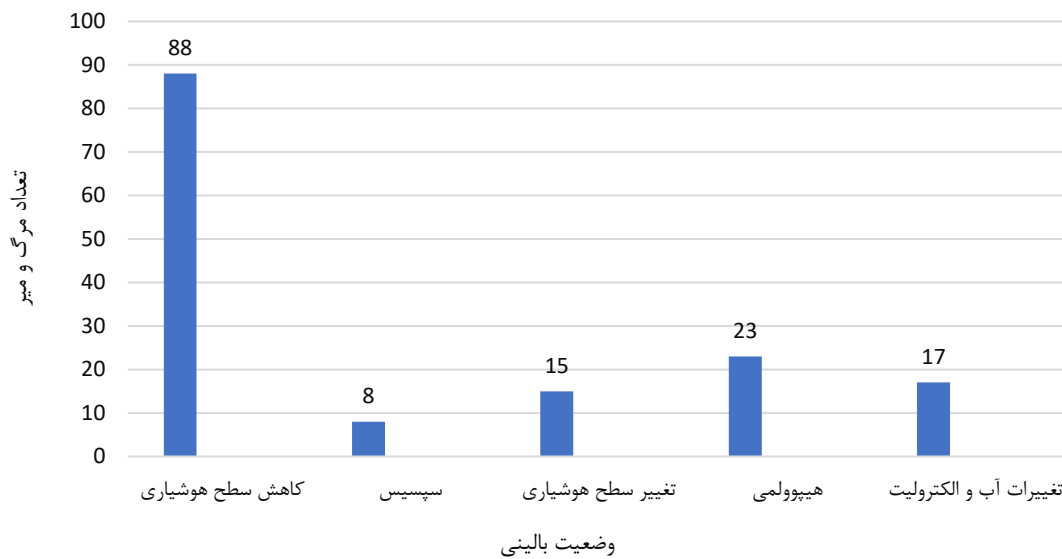
توزیع فراوانی محل‌های آسیب‌دیدگی در کودکان و نوجوانان ترومایی در جدول ۳ نشان داده شده است.  
منطقه سر و گردن شایع‌ترین محل آناتومیک آسیب تروما بود که موجب مرگ شد ( $P < 0/001$ ). همچنین، تعداد آسیب‌های قفسه سینه به‌طور معناداری در موارد مرگومیر بیشتر از گروه غیرمرگومیر بودند ( $P < 0/001$ ). تروماهای شکمی لگنی و اندام‌های دیگر به‌طور معناداری در گروه غیرمرگومیر شایع‌تر بودند ( $P < 0/001$ ).  
در خصوص انتقال به بیمارستان، ۱۲۳ مورد (۸۱/۴ درصد) از مرگ‌ها با آمبولانس و ۲۸ مورد (۱۸/۶ درصد) با وسیله نقلیه شخصی به بیمارستان ارجاع داده شدند. در گروه غیرمرگومیر، ۴۲/۳ درصد با آمبولانس و ۵۷/۷ درصد با وسیله نقلیه شخصی ارجاع داده شدند؛ تفاوت معناداری از نظر آماری مشاهده شد ( $P < 0/001$ ). سازوکار آسیب ترومایی در جدول ۴ نشان داده شده است. بیشترین مرگومیر ناشی از تروماها

جدول ۳: توزیع فراوانی محل‌های آسیب‌دیدگی

P-value	غیرمرگومیر	مرگومیر	محل آناتومیک آسیب	
			بله	سر و گردن
<0/001	۴۳۷۴ (٪۲۶/۹)	۶۴ (٪۴۲/۴)	بله	سر و گردن
	۱۱۸۹۰ (٪۷۳/۱)	۸۷ (٪۵۷/۶)	خیر	
<0/001	۳۸ (٪۰/۲)	۵ (٪۳/۳)	بله	سینه
	۱۶۲۲۴ (٪۹۹/۸)	۱۴۶ (٪۹۶/۷)	خیر	
<0/001	۱۶۱۶۱ (٪۳۳/۱)	۱۱ (٪۷/۳)	بله	شکمی لگنی
	۱۰۹۸۳ (٪۶۷/۵)	۱۴۰ (٪۹۲/۷)	خیر	
<0/001	۴۱ (٪۲۷/۱)	۱۰۹۸۳ (٪۶۷/۵)	بله	اعضای دیگر بدن
	۱۱۰ (٪۷۲/۹)	۵۲۷۹ (٪۳۲/۵)	خیر	

جدول ۴: سازوکار آسیب ترومایی (P-value با استفاده از آزمون دقیق فیشر محاسبه شده است).

P-value	غیرمرگومیر	مرگومیر	سازوکار آسیب
0/001	۱۲۳۴۲ (٪۷۵/۹)	۱۳۰ (٪۸۶)	تصادف رانندگی
	۲۲۲۷ (٪۱۳/۷)	۴۱ (٪۳۱/۵)	خودرو
	۹۹۲۷ (٪۶۱)	۵۵ (٪۴۲/۳)	موتورسیکلت
	۱۱۲۸ (٪۶/۹)	۴ (٪۳)	دوچرخه
	۱۴۰ (٪۰/۹)	۴ (٪۳)	کامیون
	۲۸۴۰ (٪۱۷/۵)	۲۶ (٪۲۰/۲)	عابر پیاده
	۴۸۷ (٪۳)	۶ (٪۳/۹)	سقوط
	۳۲۵ (٪۲)	۴ (٪۲/۶)	سوختن
	۱۶۲ (٪۱)	۲ (٪۱/۳)	غرق شدن
	۵۸۵ (٪۳/۶)	۲ (٪۱/۳)	مسمومیت
	۸۲۹ (٪۵/۱)	۲ (٪۱/۳)	خشونت
	۵ (٪۳/۶)	۱۵۳۲ (٪۹/۴)	موارد دیگر
	۱۶۲۶۲ (٪۱۰۰)	۱۵۱ (٪۱۰۰)	مجموع



شکل ۲: وضعیت بالینی بیمار در زمان ارجاع با نتیجه مرگومیر

## بحث

به دلیل تصادفات رانندگی رخ داده بود؛ که نتیجه این مطالعه با مطالعه ما همخوانی دارد. به دلیل شرایط فرهنگی حاکم، می‌توان گفت که دختران کمتر از وسایل نقلیه استفاده می‌کنند و بنابراین آن‌ها کمتر در معرض آسیب‌های رانندگی قرار می‌گیرند. در مطالعه مذکور، ۱/۸ درصد از موارد تروما فوت کرده‌اند. بالاترین نرخ مرگومیر ناشی از تروما مربوط به آسیب‌های قفسه سینه و شکم بود، در حالی که در مطالعه ما این مقدار ۰/۹۲ درصد بود و بالاترین نرخ مرگومیر ناشی از تروما مربوط به آسیب‌های سر و گردن بود.

در مطالعه ما، بیشترین مرگومیر ناشی از تروماهای موتورسیکلت با ۵۵ بیمار (۴۲/۳ درصد) بود. بومان و همکاران<sup>(۲۸)</sup> همچنین اشاره کردند که قوانین کمتر سخت‌گیرانه مربوط به موتورسیکلت‌ها و قیمت نسبتاً کم و راحتی استفاده از آن‌ها برای گروه سنی مورد مطالعه تأثیر معناداری در افزایش تصادفات ناشی از آن‌ها داشته است. از سوی دیگر، افراد در گروه سنی مورد مطالعه ما گاهی قربانی بی‌احتیاطی والدین خود شده‌اند که این بی‌احتیاطی باعث تصادفات شده است. نتایج مطالعه ما نشان داد که تصادفات عامل اصلی تروما (۵۰ درصد) و سقوط از ارتفاع دومین عامل شایع (۳۶ درصد) شناخته شدند. میزان ۳۲ درصد از کودکان در تصادفات دوچرخه یا موتورسیکلت دچار آسیب شدند.

در مطالعه ما، به دلیل قوانین محدودکننده برای استفاده از سلاح‌ها در ایران، سلاح‌های گرم و مرگ‌های ناشی از آن‌ها کمترین موارد را شامل می‌شوند و، در این مطالعه، تروماهای ناشی از سلاح‌های گرم یافت نشد. اما در نظرسنجی کایانی و همکاران<sup>(۲۹)</sup> که در سال‌های ۲۰۰۵-۲۰۰۱ در میسوری انجام شد، ۱۳۵۸ بیمار از آسیب‌های مغزی ناشی از تروما جان خود را از دست دادند. موتورسیکلت‌ها و سلاح‌های گرم ۸۸ درصد از کل علل مرگ را تشکیل دادند. طبق مطالعه کاولکانتی و همکاران<sup>(۳۰)</sup>، که نتیجه کالبدشکافی اجساد کودکانی بود که بر اثر علل خارجی از صفر تا

بر اساس مطالعه‌ای درباره روند مرگومیر ناشی از حمل‌ونقل و آسیب‌های غیرعمدی در نوجوانان بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۹، این آسیب‌ها همچنان از عوامل اصلی آسیب هستند که میزان سهمشان در تمامی علل مرگومیر از ۱۹۹۰ تا کنون تغییرات چندانی نداشته است<sup>(۲۴)</sup>. اگرچه نرخ مرگومیر ناشی از این آسیب‌ها در سراسر جهان در حال کاهش است، تفاوت‌ها و نابرابری‌هایی بر اساس سازوکار تروما، دوره زمانی، ویژگی‌های اجتماعی جمعیت‌شناختی و نتیجه آن‌ها وجود دارد. در حالی که پیشرفت در کاهش نرخ آسیب در کشورهای با درآمد بالا متوقف شده است، آسیب‌ها عامل اصلی مرگومیر و ناتوانی در کشورهای با درآمد پایین و متوسط شده‌اند<sup>(۲۶)</sup>. اهداکنندگان بین‌المللی، دولت‌ها و صنعت باید برای مقابله با این مشکل سرمایه‌گذاری کنند، اما این سرمایه‌گذاری‌ها در کشورهای با درآمد پایین اغلب ناکافی است.

بر اساس این مطالعه، بیشتر موارد آسیب‌های ترومایی که به مرگ کودکان و نوجوانان منجر شدند شامل پسران، گروه سنی ۱۵ تا ۱۸ سال، آسیب‌های سر و گردن یا قفسه سینه، ارجاع‌شده با آمبولانس و ناشی از تصادفات رانندگی در خیابان‌ها بودند و عمدتاً با خودرو. در مجموع، ۰/۹۲ درصد از موارد تروما با مرگومیر مرتبط بودند و مرگومیرهای ترومایی بیشتر ناشی از آسیب‌های سر و گردن بودند. تفاوت معناداری بین گروه‌های مرگومیر و غیرمرگومیر از نظر سن، تاریخ (سال)، فصل و فاصله زمانی بین آسیب و ارجاع وجود نداشت.

در مطالعه ارهامی دولت‌آبادی و همکاران<sup>(۲۷)</sup> بین سال‌های ۲۰۱۱-۲۰۱۲ در تهران، ایران، اطلاعات ۵۴۷ کودک بررسی شد. طبق این مطالعه، بیشتر بیماران ارجاعی به بخش اورژانس بیمارستان زیر ۱۴ سال پسر بودند و آسیب آن‌ها در فصل تابستان، بین ساعات ۱۶:۰۰ تا ۲۴:۰۰ و

## منابع

- Adams J, Kennedy A, Cotton J, Brumby S. Child farm-related injury in Australia: a review of the literature. *International journal of environmental research and public health*. 2021;18(11):6063. <https://doi.org/10.3390/ijerph18116063>
- Peden AE, Cullen P, Francis KL, Moeller H, Peden MM, Ye P, et al. Adolescent transport and unintentional injuries: a systematic analysis using the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet public health*. 2022;7(8):e657-e669. [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(22\)00134-7](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(22)00134-7)
- Kauvar DS, Lefering R, Wade CE. Impact of hemorrhage on trauma outcome: an overview of epidemiology, clinical presentations, and therapeutic considerations. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2006;60(6): 3-11. [10.1097/01.ta.0000199961.02677.19](https://doi.org/10.1097/01.ta.0000199961.02677.19)
- Alonge O, Hyder AA. Reducing the global burden of childhood unintentional injuries. *Archives of disease in childhood*. 2014;99(1):62-69. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2013-304177>
- Babikian T, Asarnow R. Neurocognitive outcomes and recovery after pediatric TBI: meta-analytic review of the literature. *Neuropsychology*. 2009;23(3):283. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/a0015268>
- Souza LMdN, Braga LW, Filho GN, Dellatolas G. Quality-of-life: child and parent perspectives following severe traumatic brain injury. *Developmental Neurorehabilitation*. 2007;10(1):35-47. <https://doi.org/10.1080/13638490600822239>
- Dansec ER, Miller TR, Spicer RS. Incidence and costs of 1987-1994 childhood injuries: demographic breakdowns. *Pediatrics*. 2000;105(2):e27. <https://doi.org/10.1542/peds.105.2.e27>
- Siram S, Oyetunji TA, Houry AL, Walker SR, Bolorunduro OB, Chang DC, et al. Pediatric trauma at an adult trauma center. *Journal of the National Medical Association*. 2010;102(8):692-695. [https://doi.org/10.1016/S0027-9684\(15\)30654-4](https://doi.org/10.1016/S0027-9684(15)30654-4)
- Abdolrahimzadeh Fard H, Mahmudi-Azer S, Abdulzahraa Yaqoob Q, Sabetian G, Iranpour P, Shayan Z, et al. Comparison of chest CT scan findings between COVID-19 and pulmonary contusion in trauma patients based on RSNA criteria: Established novel criteria for trauma victims. *Chin J Traumatol*. 2022;25:170-176. <https://doi.org/10.1016/j.cjtee.2022.01.004>
- Zarei M, Moharrami A, Haghpanah B. Delay in anesthesia assessment time &#8211; A cause of postponement in orthopedic trauma surgery. *Archives of Trauma Research*. 2020;9(4):176-180. [https://doi.org/10.4103/atr.atr\\_72\\_19](https://doi.org/10.4103/atr.atr_72_19)
- Cox E, Tseng D, Powell I. Trends in falls, poisoning, drowning, and burns, Wisconsin: 1986-1996. *WMJ : official publication of the State Medical Society of Wisconsin*. 2001;100:39-42. PMID: 11419369.
- Osifo OD, Iribhogbe P, Idiodi-Thomas H. Falls from heights: epidemiology and pattern of injury at the accident and emergency centre of the University of Benin Teaching Hospital. *Injury*. 2010;41(5):544-547. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2009.07.076>
- Bener A, Hyder AA, Schenk E. Trends in childhood injury mortality in a developing country: United Arab Emirates. *Accident and Emergency Nursing*. 2007;15(4):228-233. <https://doi.org/10.1016/j.aen.2007.07.010>

۴ سالگی جان خود را از دست داده بودند، علل اصلی مرگ غرق‌شدگی (۳۴ درصد) و تصادفات با وسایل نقلیه (۲۲ درصد) بودند. در میان فوت‌شدگان، ۵۶ درصد مرد و حدود ۲۷ درصد زیر یک سال بودند. آسیب‌های سر و صورت در ۳۴ درصد از اجساد مشاهده شد. طبق این مطالعه، رابطه قوی و معناداری بین تصادفات با وسایل نقلیه و وقوع آسیب‌های سر وجود داشت. یافته‌های این مطالعه نشان داد که آسیب‌های سر و گردن شایع‌ترین محل آناتومیک تروما در گروه مرگ‌ومیر هستند. از نظر آناتومیک، کودکان در مقایسه با بزرگسالان نسبت سر به بدن بزرگ‌تری دارند و استخوان‌های جمجمه آن‌ها نازک‌تر از بزرگسالان است. بنابراین این امر می‌تواند خطر بالاتر آسیب‌های سر و گردن را به خوبی توضیح دهد<sup>(۳۱،۳۲)</sup>. یکی دیگر از یافته‌های مهم این مطالعه نحوه انتقال بیمار آسیب‌دیده به بیمارستان است. طبق نتایج این مطالعه (۸۱/۴ درصد)، تعداد ۱۲۳ مرگ‌ومیر از طریق آمبولانس ارجاع شده‌اند، در حالی که (۱۸/۶ درصد) ۲۸ مرگ‌ومیر با وسیله نقلیه شخصی منتقل شده‌اند.

این مطالعه چند محدودیت داشت. این مطالعه سازوکار مرگ‌ومیر را بررسی نکرده است. بنابراین، تعیین سازوکار دقیق مرگ‌ومیر ممکن نبود. علاوه بر این، انتقال کودکان با استفاده از سیستم اورژانس نیازمند آموزش کادر درمان و آشنایی با تفاوت‌های انتقال کودکان و نوجوانان در تمام مراحل از جمله دسترسی عروقی و احیا است. متأسفانه، این سطح از تخصص در این مطالعه وجود نداشت که باعث می‌شود مطالعه سوگیری‌هایی هم داشته باشد. محدودیت مهم دیگر این مطالعه ناتوانی در تعیین شدت تروماها بر اساس سیستم‌های طبقه‌بندی موجود بود. در نهایت، با وجود مشکوک بودن به موارد سوءاستفاده از کودکان، که به مرگ و تروما در مطالعه ما منجر شده بودند، شواهد لازم در دسترس نبود.

## نتیجه‌گیری

علل گوناگون تروما در کودکان با توجه به شرایط محیطی متفاوت، قوانین و زمان‌های مختلف در نظر گرفته شده‌اند. به همین دلیل، مطالعات اپیدمیولوژیک برای حل این مشکلات مهم هستند. نتایج مطالعات ما نشان داد که بیشتر مرگ‌ومیرهای ناشی از آسیب‌های ترومایی در کودکان و نوجوانان در سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۱۱ در شهر کاشان، ایران، در پسران بین ۱۵ تا ۱۸ سال، با آسیب‌های سر و گردن یا قفسه سینه، ارجاع شده با آمبولانس و ناشی از تصادفات رانندگی در خیابان‌ها، عمدتاً با خودرو، رخ داده است. ۰/۹۲ درصد از موارد تروما به مرگ منجر شده‌اند و شایع‌ترین علت آن آسیب‌های سر و گردن بود. همچنین، ظاهراً به دلیل قوانین سخت‌گیرانه مربوط به استفاده از سلاح‌های گرم هیچ‌گونه مورد ترومایی ناشی از سلاح‌های گرم وجود نداشته است. با این حال، در شهر ما، تصادفات رانندگی عامل اصلی تروما در کودکان و نوجوانان بودند که این امر ضرورت مداخلات اجتماعی، قانونی و محیطی را نشان می‌دهد.

- 14 Nordberg E. Injuries as a public health problem in sub-Saharan Africa: epidemiology and prospects for control. *East Afr Med J.* 2000;77(12 Suppl):1-43. PMID: 12862115
- 15 Durkin MS, Laraqe D, Lubman I, Barlow B. Epidemiology and prevention of traffic injuries to urban children and adolescents. *Pediatrics.* 1999;103(6):e74. <https://doi.org/10.1542/peds.103.6.e74>
- 16 Ingebrigtsen T, Mortensen K, Romner B. The epidemiology of hospital-referred head injury in northern Norway. *Neuroepidemiology.* 1998;17(3):139-146. <https://doi.org/10.1159/000026165>
- 17 Agran PF, Winn D, Anderson C, Trent R, Walton-Haynes L. Rates of pediatric and adolescent injuries by year of age. *Pediatrics.* 2001;108(3):e45. <https://doi.org/10.1542/peds.108.3.e45>
- 18 Askarian M, Khakpour M, Taghrir MH, Akbarialiabad H, Borazjani R. Investigating the epidemiology of methanol poisoning outbreaks: a scoping review protocol. *JBIE Evidence Synthesis.* 2021;19(6):1388-1393. <https://doi.org/10.11124/JBIES-20-00221>
- 19 Hoghoughi MA, Marzban MR, Shahrbafe MA, Shahriarirad R, Kamran H, Meimandi FZ, et al. Burn Injuries in People Who Used Drug, 2009-2017: A Case-Control Study in Shiraz, Southern Iran. *Journal of Burn Care & Research.* 2022;43(5):1170-1174. <https://doi.org/10.1093/jbcr/irac005>
- 20 Javid M, Shahcheraghi M, Lahiji A, Ahmadi M, Farhadi M, Akasheh M, et al. Road traffic injuries in children. *Iranian Journal of Orthopedic Surgery.* 2006;4(3):1-6. <https://doi.org/10.22034/ijos.2020.121247>
- 21 Pearson J, Stone DH. Pattern of injury mortality by age-group in children aged 0-14 years in Scotland, 2002-2006, and its implications for prevention. *BMC Pediatr.* 2009;9(26):1-8. <https://doi.org/10.1186/1471-2431-9-26>
- 22 Adogu OU, Ilika AL. Knowledge of and attitude towards road traffic codes among commercial motorcycle riders in Anambra State. *Niger Postgrad Med J.* 2006;13(4):297-300. PMID: 17203118
- 23 Kuok CI, Chan WKY, Kwok AWL. What and who should we focus in pediatric injury prevention - An analysis of critical pediatric trauma in a major trauma center in Hong Kong. *Pediatr Neonatol.* 2021;62(6):620-627. <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2021.05.027>
- 24 Ward JL, Azzopardi PS, Francis KL, Santelli JS, Skirbekk V, Sawyer SM, et al. Global, regional, and national mortality among young people aged 10-24 years, 1950-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet.* 2021;398(10311):1593-618. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01546-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01546-4)
- 25 Arhami Dolatabadi A, Mohseninia N, Amiri M, Motamed H, Halimi Asl A. Pediatric Trauma Patients in Imam Hossein Emergency Department; an Epidemiologic Study. *Iranian Journal of Emergency medicine.* 2016;3(1):4-8.
- 26 Bowman SM, Bird TM, Aitken ME, Tilford JM. Trends in hospitalizations associated with pediatric traumatic brain injuries. *Pediatrics.* 2008;122(5):988-93. <https://doi.org/10.1542/peds.2007-3511>
- 27 Kayani NA, Homan S, Yun S, Zhu BP. Health and economic burden of traumatic brain injury: Missouri, 2001-2005. *Public Health Rep.* 2009;124(4):551-560. <https://doi.org/10.1177/003335490912400412>
- 28 Cavalcanti AL, Barros de Alencar CR. Injuries to the head and face in 0-4-year-old child victims of fatal external causes in Campina Grande, PB, Brazil. *Turk J Pediatr.* 2010;52(6):612-617.
- 29 Makhoul IR, Abulhija H, Smolkin T, Shehadeh N, Hochberg Z. Modified anthropometry in prepubertal Israeli children while excluding the head's weight and height. *Acta Paediatr.* 2012;101(11):e496-e499. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2012.02792.x>
- 30 Borazjani R, Ajdari MR, Niakan A, Yousefi O, Amoozandeh A, Sayadi M, et al. Current Status and Outcomes of Critical Traumatic Brain Injury (GCS = 3-5) in a Developing Country: A Retrospective, Registry-Based Study. *World Journal of Surgery.* 2022; 46:2335-2343. <https://doi.org/10.1007/s00268-022-06645-3>

## آرتروپلاستی کامل مفصل ران در بیماری کم‌خونی سلول داسی شکل (گزارش موردی)

### چکیده:

بیماری کم‌خونی سلول داسی شکل (SCD) اغلب به عوارض اسکلتی مانند نکروز آواسکولار (AVN) سر استخوان ران، پوکی استخوان، شکستگی‌ها و عفونت‌ها منجر می‌شود. با وجود جراحی‌های محافظت‌کننده از مفصل، بسیاری از بیماران مبتلا به SCD به آرتروپلاستی کامل مفصل ران (THA) نیاز دارند. باین‌حال، THA برای این بیماران خطرات قابل توجهی مانند هیپوکسی و مشکلات عروقی به همراه دارد. این گزارش موردی به شرح حال زن ۲۹ ساله مبتلا به SCD می‌پردازد که با درد مکرر مفصل ران پس از جراحی قبلی خود که به دلیل بحران سلول داسی شکل لغو شده بود مراجعه کرد. معاینه فیزیکی محدودیت حرکتی مفصل ران را نشان داد و تصویربرداری نکروز آواسکولار سر استخوان ران را تأیید کرد. پس از مشاوره جامع با هماتولوژی، THA بدون سیمان انجام شد. جراحی بدون مشکل خاصی با کمترین خون‌ریزی و بدون نیاز به انتقال خون به پایان رسید. بیمار به خوبی بهبود یافت و در اولین پیگیری وضعیت او پایدار بود. THA در بیماران مبتلا به SCD به دلیل شیوع بالای استئونکروز سر استخوان ران رایج است، اما این بیماران با خطرات بیشتر و حادثه‌تری از عوارض بعد از عمل مواجه هستند. بنابراین، برنامه‌ریزی دقیق قبل از عمل و هماهنگی بین تیم‌های جراحی، بیهوشی و هماتولوژی برای بهینه‌سازی نتایج ضروری است.

**واژگان کلیدی:** کم‌خونی داسی شکل، آرتروپلاستی کامل مفصل ران، استئونکروز

پذیرش مقاله: ۵۰ روز قبل از چاپ

دکتر سینا اسماعیلی<sup>۱</sup>، دکتر معین اکبری<sup>۱</sup>، دکتر محمدرضا رزاق اف<sup>۱</sup>، دکتر محمد قربان زاده<sup>۱</sup>

دکتر سید محمد جواد مرتضوی<sup>۱</sup>

### مقدمه

بیماری کم‌خونی سلول داسی شکل (SCD) نوعی اختلال اتوزومی مغلوب شایع است که بر اثر جهشی نقطه‌ای در زنجیره  $\beta$ -گلوبین هموگلوبین پدید می‌آید<sup>(۱،۲)</sup>. این تغییر ژنتیکی باعث شکل‌گیری ساختار غیرطبیعی در گلبول‌های قرمز می‌شود که تمایل دارند در شرایط کاهش سطح اکسیژن به شکل داسی تغییر شکل دهند. این تغییر شکل از تأمین خون برای بافت‌ها جلوگیری می‌کند و به بروز انسداد عروقی می‌انجامد که برای فیزیولوژی بیمار مبتلا به SCD بسیار مهم و مرکزی است. بیماران مبتلا به SCD انواع گسترده‌ای از علائم بالینی را نشان می‌دهند که ویژگی‌های اصلی آن‌ها کم‌خونی، بحران‌های انسداد عروقی و نارسایی مزمن اندام‌ها است<sup>(۱)</sup>. علائم اسکلتی در بیماری کم‌خونی سلول داسی شکل (SCD) شایع هستند و شامل شرایطی مانند نکروز آواسکولار (AVN) سر استخوان ران، پوکی استخوان، شکستگی‌های پاتولوژیک و عفونت‌هایی مانند آرتريت سپتیک و استئومیلیت می‌شوند<sup>(۳،۴)</sup>. نکروز آواسکولار سر فمورال چالشی بزرگ و ناتوان‌کننده است که ۲۰ تا ۵۰ درصد از بیماران مبتلا به SCD را به‌ویژه در دهه دوم یا سوم زندگی‌شان تحت تأثیر قرار می‌دهد<sup>(۴)</sup>. این وضعیت به احتمال قوی می‌تواند موجب پیشرفت آرتروز مفصل ران (OA) شود که معمولاً در دهه سوم یا چهارم زندگی رخ می‌دهد<sup>(۴)</sup>. با وجود اجرای روش‌های جراحی حفظ مفصل مانند دکمپرسیون مرکزی، استئوتومی و پیوند استخوان، بسیاری از بیماران مبتلا به SCD دچار استئونکروز پیشرفته می‌شوند و به آرتروپلاستی کامل مفصل ران (THA) نیاز پیدا می‌کنند<sup>(۵،۶)</sup>. پیشرفت‌های اخیر در استفاده از تکنیک‌های جراحی، تجهیزات، درمان‌های دارویی مانند هیدروکسی اوره و پیوند سلول‌های بنیادی به‌شدت امید به زندگی و کیفیت زندگی بیماران مبتلا به SCD را افزایش داده است، به طوری که بسیاری از آن‌ها تا دهه هفتم زندگی خود به‌راحتی زندگی می‌کنند<sup>(۶،۷)</sup>. باین‌حال، این بیماران همچنان کاندیداهای پرخطر برای جراحی هستند. استرس فیزیولوژیک مرتبط با روندهای جراحی می‌تواند موجب آزادسازی سایتوکاین‌ها شود که در ادامه به هیپوکسی، هیپوپرفیوژن و اسیدوز منجر می‌شود؛ شرایطی که موجب داسی شکل شدن گلبول‌های قرمز خون و در نهایت انسداد ریزگردش خون می‌شود<sup>(۸،۹)</sup>.

با در نظر گرفتن چالش‌های منحصربه‌فردی که بیماران مبتلا به SCD در هنگام آرتروپلاستی کامل مفصل ران (THA) با آن مواجه می‌شوند، مطالعه موردی دقیقی را درباره بیماری مبتلا به SCD که کاندید این روند جراحی بود ارائه خواهیم داد. علاوه‌براین، دستورالعمل‌های فعلی برای مدیریت بیماران SCD در زمینه THA را بررسی خواهیم کرد.

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

نویسنده مسئول:

دکتر سید محمد جواد مرتضوی

Email address:  
smjmort@yahoo.com

## ارائه کیس

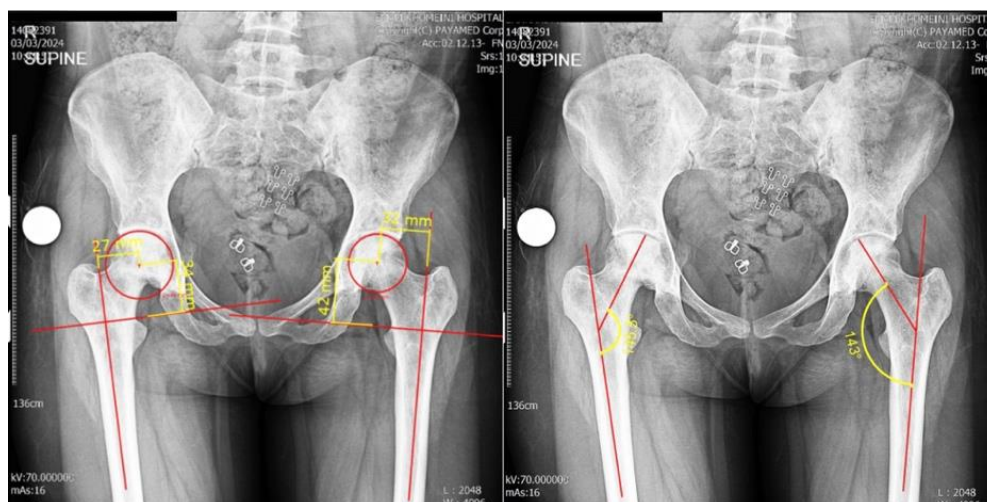
زنی ۲۹ ساله به مرکز ارتوپدی مجتمع بیمارستانی امام خمینی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ارجاع داده شد؛ که با شکایت اصلی درد مفصل ران راست و لنگیدن در طول یک سال گذشته مراجعه کرد. این بیمار موردی شناخته شده از بیماری کم خونی سلول داسی شکل (SCD) است. او دو ماه قبل نیز با شکایت مشابه مراجعه کرده بود، اما عمل جراحی او به دلیل بحران سلول داسی شکل لغو شده بود که شامل کاهش هموگلوبین از  $10/7$  به  $8/9$  گرم/دسی لیتر و درد شدید استخوانی بود. او دو سال پیش سابقه تعویض یا تبادل خون و تزریق پلاکت داشت، اما سابقه جراحی به ویژه جراحی ارتوپدی نداشت. بیمار به طور نامنظم ترامادول و هیدروکسی اوره مصرف می کرد. شاخص توده بدنی (BMI) او ۲۱ بود و شاخص همبودی چارلسن (CCI) او صفر بود (شکل ۱).

در معاینه فیزیکی، آزمون استینچفیلد (Stinchfield's test) که برای ارزیابی درد مفصل ران انجام می شود مثبت بود و درد در ناحیه کشاله

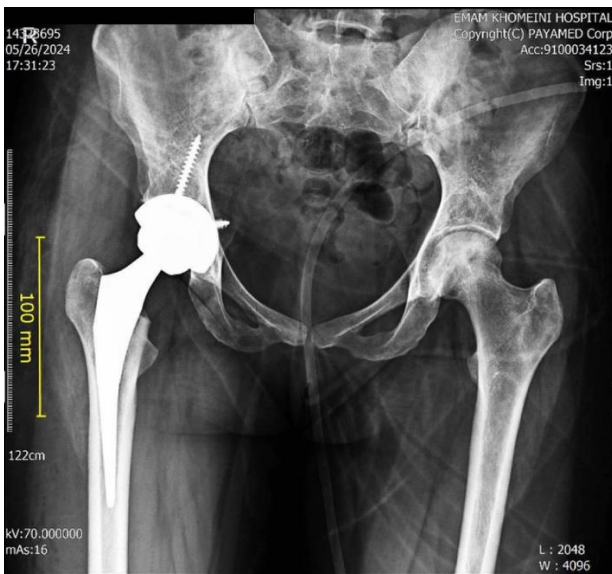
ران قدامی را نشان می داد. دامنه حرکتی (ROM) در حرکات گوناگون با بیشترین کاهش در چرخش داخلی (۲۰ درجه پایین تر از حد پایین مقدار نرمال) کاهش یافته بود. انقباضی فلکسیونی در ۱۰ درجه مشاهده شد. معاینه عصب-عروقی سالم بود و هیچ گونه اسکار پوستی مشاهده نشد. معاینه های سایر سیستم ها بدون مشکل بود. بررسی های آزمایشگاهی هموگلوبین را  $10/16$  گرم/دسی لیتر، تعداد گلبول های سفید خون را  $4,100$  میکرولیتر تعداد پلاکت ها را  $151,000$  میکرولیتر، نرخ رسوب گلبول قرمز را  $53$  میلی متر/ساعت، سطح پروتئین واکنشی C (C-reactive) را  $39$  میلی گرم/لیتر و نسبت بین المللی نرمال شده (INR) را  $1/07$  نشان داد. مطالعات تصویربرداری نکرور آواسکولار (AVN) سر استخوان ران راست را با قطر  $38$  میلی متر (بیش از ۵۰ درصد)، ادیمای خفیف داخلی (internal mild edema) و اسکروز موضعی در تصویربرداری با تشدید مغناطیسی (MRI) نشان داد. رادیوگرافی مفصل دور (Dorr) طبقه بندی شد (شکل ۲).



شکل ۱: رادیوگرافی پیش عملیاتی لگن در نمای آنتروپاستریور (AP)



شکل ۲: برنامه ریزی پیش عملیاتی. راست: جابه جایی میانه =  $27$  میلی متر، جابه جایی عمودی =  $34$  میلی متر، زاویه سر-گردن-دیافیز (CCD) =  $145/5$  درجه؛ چپ: جابه جایی میانه =  $32$  میلی متر، جابه جایی عمودی =  $42$  میلی متر، زاویه CCD =  $143/0$  درجه



شکل ۴: رادیوگرافی بعد از عمل لگن در نمای آنتروپاستریور (AP)

در پیگیری نهایی که چهار ماه پس از عمل جراحی انجام شد، در رادیوگرافی تهیه‌شده هیچ عارضه‌ای را نشان نداد. بیمار همچنین گزارش کرد که از نتیجه عمل ناراضی نبوده است.

## بحث

در بیماران مبتلا به بیماری کم‌خونی سلول داسی‌شکل (SCD)، به دلیل شیوع بالای نکروز سر استخوان فمورال، آرتروپلاستی کامل مفصل ران (THA) مکرراً انجام می‌شود، به طوری که برخی از مطالعات نرخ‌هایی تا ۵۰ درصد گزارش کرده‌اند<sup>(۱)</sup>. مروره‌های سیستماتیک نشان داده‌اند که THA مداخله‌ای مؤثر برای کاهش درد و بهبود تحرک در بیماران مبتلا به SCD است. با این حال، خطر عوارض بعد از عمل چه از نظر پزشکی و چه جراحی در این بیماران از افرادی که مبتلا به SCD نیستند بیشتر است<sup>(۱۱)</sup>. اگرچه گزینه‌های گوناگونی برای درمان نکروز سر استخوان فمورال وجود دارد، بیشتر بیماران مبتلا به SCD در نهایت به آرتروز پیشرفته مفصل ران مبتلا می‌شوند که مدیریت محافظه‌کارانه را عمدتاً بی‌اثر می‌کند<sup>(۱۲)</sup>. به دلیل پاتوفیزیولوژی مرتبط با SCD، درمان‌های جراحی جایگزین، مانند دکمپرسن هسته‌ای، موفقیت محدودی داشته‌اند و نرخ شکست آن‌ها بیش از ۴۰ درصد است<sup>(۱۳)</sup>. با وجود این چالش‌ها و مشکلات، مطالعات دائماً بهبودی‌های قابل توجهی در نتایج عملکردی را که با استفاده از امتیاز Harris Hip Score و امتیاز Merle d'Aubigne اندازه‌گیری می‌شوند پس از THA در بیماران مبتلا به SCD نشان داده‌اند<sup>(۱۱)</sup>.

ارزیابی پیش از عمل و ارتباط مؤثر میان تیم‌های جراحی، بیهوشی، هماتولوژی، بیمارستانی، بیماری‌های عفونی و کاردیولوژی در مدیریت وضعیت این بیماران ضروری است. ارزیابی کامل پیش از عمل باید به طور

با تشخیص نکروز آواسکولار (AVN)، برنامه‌ریزی شد که آرتروپلاستی کامل مفصل ران (THA) برای بیمار انجام شود. با هماتولوژیست مشاوره شد تا ایمنی عمل تأمین شود و، پس از بررسی آزمایش‌های آزمایشگاهی، هماتولوژیست جراحی را تأیید کرد. چهار واحد گلبول قرمز فشرده و تخت مراقبت‌های ویژه (ICU) برای بیمار رزرو شد.

علائم حیاتی پیش از عمل شامل فشار خون ۸۰/۱۱۱ میلی‌متر جیوه، ضربان قلب ۹۵ ضربه در دقیقه و اشباع اکسیژن ۹۵ درصد در هوای اتاق بود. دو گرم سفازولین، به‌عنوان پیشگیری از عفونت، یک ساعت قبل از عمل برای بیمار تجویز شد. آرتروپلاستی کامل مفصل ران بدون سیمان توسط نویسنده ارشد (SMJ.M، جراح متخصص زانو) انجام شد. پس از تجویز بیهوشی، ۱/۵ گرم اسید ترانکزامیک قبل از شروع فرایند آماده‌سازی و پوشش به بیمار داده شد. از کاتری حرارتی برای ایجاد برش از طریق بافت زیرپوستی و چربی استفاده شد، سپس هموستاز سطحی انجام شد. شاخه‌های شریان صعودی و جانبی دورانی که بین عضلات تنسور فاشیا لاتا (Tensor Fasciae Latae) و سارتوریوس (Sartorius) قرار دارند شناسایی می‌شوند. این رگ‌ها با استفاده از یک گیره بابکاک (Babcock clamp) گرفته شده و برای بستن با کاتری حرارتی سوزانده می‌شوند. زمانی که گردن استخوان برش داده می‌شود، محل استئوتومی موقتاً با واکس استخوانی مهروموم می‌شود که تا زمان ایجاد حفره در کانال فمورال در جای خود باقی می‌ماند. در این مرحله، واکس با استفاده از کورت (curette) برداشته می‌شود. ایمپلنت‌های استفاده‌شده شامل یک فنجان Zimmer Trilogy با اندازه ۵۲ میلی‌متر که با دو پیچ ثابت‌شده است، یک ساقه M/L Tapered با اندازه ۵ و یک سر Neutral (صفر میلی‌متر) Versys با اندازه ۳۶ میلی‌متری بودند. از نوبری بازوی C استفاده نشد. عمل جراحی یک ساعت و نیم به طول انجامید. در طول جراحی، فشار خون، ضربان قلب و اشباع اکسیژن بیمار ثابت باقی ماند و خون‌ریزی ۳۵۰ سی‌سی بود و نیازی به انتقال خون نبود. پس از عمل، بیمار به بخش منتقل شد و بستری او بدون عارضه بود و اختلاف طول پا در بیمار ۳ میلی‌متر بود. وضعیت او در اولین ویزیت پیگیری‌اش، یک هفته پس از ترخیص، پایدار بود (شکل‌های ۳ و ۴).



شکل ۳: سر استخوان فمورال نکروتیک فرورفته

است به منابع قابل توجهی از بانک خون برای حفظ سطوح ایمن هموگلوبین و درعین حال پیشگیری از ویسکوزیته خون زیاد نیاز باشد<sup>(۲۰)</sup>. افزون‌براین، اسپلننای عملکردی در بیماران مبتلا به SCD حساسیت آن‌ها را به عفونت‌ها از جمله عفونت‌های زخم و سپسیس (sepsis) افزایش می‌دهد. در صورت مشکوک بودن به عفونت، ضروری است که تیم پزشکی بیماری‌های عفونی به سرعت وارد عمل شود تا از بروز این عوارض تهدیدکننده زندگی بیمار جلوگیری شود. پزشکان باید در خصوص علائم سندرم قفسه سینه حاد، مانند سرفه، درد قفسه سینه، تب و هیپوکسی هشیار باشند، چراکه این وضعیت علت اصلی مرگومیر در بیماران مبتلا به SCD است<sup>(۲۱)</sup>.

بیماران مبتلا به SCD، که تحت آرتروپلاستی کامل مفصل ران (THA) قرار می‌گیرند، معمولاً مدت بستری‌شان طولانی‌تر (LOS) است و نرخ بستری مجددشان از بیمارانی که THA را به دلیل استئوآرتریت اولیه انجام می‌دهند بالاتر است<sup>(۱۱)</sup>. این تفاوت عمدتاً به دلیل فراوانی بالاتر مشکلات پزشکی در بیماران مبتلا به SCD است، مانند بحران‌های درد، سپسیس، سندرم قفسه سینه حاد و سایر مشکلات تنفسی<sup>(۲۲،۲۳)</sup>. پلیمریزاسیون و دی‌پلیمریزاسیون مکرر هموگلوبین در بیماران مبتلا به SCD به افزایش سفتی گلبول‌های قرمز و ایستایی خون منجر می‌شود که می‌تواند جریان خون را مسدود کند و باعث وقوع اتفاقاتی مانند ترومبوآمبولی وریدی (VTE) شود<sup>(۲۴)</sup>. بنابراین، پزشکان ممکن است برای پیشگیری از ترومبوز ورید عمقی (DVT) رویکردهای تهاجمی‌تری اتخاذ کنند و آستانه پایین‌تری برای درخواست ارزیابی‌های اولتراسوند دوبلکس در نظر بگیرند. در خصوص مدیریت بحران‌های درد و سندرم قفسه سینه حاد، نظارت دقیق بر میزان از دست دادن خون حین عمل و تعادل مایعات در دوره پیرامون عمل می‌تواند این خطرات را کاهش دهد. این رویکرد با توصیه‌های وینچینسکی و همکاران همسو است؛ آن‌ها بر اهمیت بهینه‌سازی اکسیژن‌رسانی، کنترل درد و هیدراسیون در بیماران THA مبتلا به SCD برای کاهش وقوع بحران‌های انسداد عروقی و سندرم قلبی حاد تأکید دارند<sup>(۲۵)</sup>.

خطرات عوارض جراحی در بیماران مبتلا به بیماری سلول داسی‌شکل (SCD) از بیماران غیرمبتلا به این بیماری بالاتر است. به‌ویژه، نرخ عوارض زخم، عفونت‌ها و شل شدن استئوسپتیک در این جمعیت افزایش چشمگیری یافته است. برای کاهش خطرات عفونی باید آنتی‌بیوتیک‌هایی مانند سفالوسپورین‌های نسل اول و دوم با دوز ۲/۵ گرم در روز در طول عمل جراحی و به‌مدت سه روز پس از آن تجویز شوند. افزایش شیوع عوارض زخم و عفونت‌ها ممکن است به رگ‌های خونی ضعیف و پاسخ ایمنی ضعیف در بیماران مبتلا به SCD مرتبط باشد. این عوارض می‌توانند باعث تأخیر در بهبود زخم و کاهش توانایی پیشگیری از آلودگی زخم‌های اولیه و پیشرفت آن به عفونت‌های مفصل پروتز شوند. نرخ بالاتر شل شدن استئوسپتیک در بیماران مبتلا به SCD احتمالاً به دلیل سن پایین‌تر آن‌ها در زمان انجام آرتروپلاستی کامل مفصل ران (THA) در مقایسه با بیماران مبتلا به استئوآرتریت اولیه است<sup>(۱۱،۲۶،۲۷)</sup>.

روتین شامل آزمایش‌های آزمایشگاهی برای ارزیابی درصد هموگلوبین S سریالی (Hb S%)، عملکرد کلیه و کبد و سطح اشباع اکسیژن باشد. این نتایج به تصمیم‌گیری درباره نیاز به انتقال خون پیش از عمل کمک می‌کنند. تعویض گلبول‌های قرمز، که هدف آن کاهش سطح Hb S به زیر ۳۰ درصد است، برای بیمارانی با تاریخچه‌ای از سندرم قفسه سینه حاد شدید، رویدادهای عروقی - مغزی قلبی یا کم‌خونی شدید با سطح هموگلوبین زیر ۵ گرم/دسی‌لیتر محفوظ است<sup>(۱۴،۱۵)</sup>. هیدراتاسیون مناسب و کافی نیز برای کاهش ویسکوزیته خون و کاهش خطر بروز اپیزودهای انسداد عروقی ضروری است<sup>(۱۱)</sup>. بیماران مبتلا به SCD، که تحت درمان با هیدروکسی اوره هستند، باید تحت توجه و مراقبت ویژه قرار گیرند. با توجه به احتمال کاهش عملکرد مغز استخوان، باید شمارش کامل خون پیش از عمل جراحی انجام شود و، اگر علائمی از سمیت وجود داشته باشد، هیدروکسی اوره باید در مدت تقریبی یک هفته موقتاً قطع شود تا شمارش خون به حالت طبیعی بازگردد<sup>(۱۴)</sup>.

پاتوفیزیولوژی خاص بیماری کم‌خونی سلول داسی‌شکل (SCD) چالش‌های متعددی را در طول عمل جراحی آرتروپلاستی کامل مفصل ران (THA) به همراه دارد. نفوذ گسترده مغز استخوان چربی‌دار به داخل استخوان فمور معمولاً به اسکروز و تنگی کانال فمورال می‌انجامد که باعث افزایش شکنندگی استخوان و خطر شکستگی‌های داخل‌عملی می‌شود<sup>(۱۱)</sup>. در موارد شدید تنگی کانال فمورال، استفاده از ساقه استوانه‌ای باریک و مستقیم از نوع دیسپلازی ممکن است مفید باشد<sup>(۱۲)</sup>. در سمت استابولار، مشکلاتی در جای‌گذاری صحیح قطعه استابولار شایع است که معمولاً با نقص‌های نوع I پاپروسکی در استابولوم همراه است. این عوامل می‌توانند استفاده از کاپ‌های چندسوراخه با فیکساسیون پیچ را به‌ویژه مفید سازند<sup>(۱۶)</sup>. در خصوص استفاده از سیمان، مروری سیستماتیک نشان داد بیماران مبتلا به SCD، که آرتروپلاستی کامل مفصل ران (THA) سیمانی انجام داده‌اند، با خطر بیشتر نیاز به جراحی اصلاحی مواجه هستند. علاوه‌براین، THA سیمانی با نرخ بالاتری از شل شدن استریل همراه بود<sup>(۱۱)</sup>. بنابراین، فیکساسیون به روش پرس‌فیت برای هر دو قسمت فمورال و استابولار ممکن است رویکرد مناسب‌تری برای بیماران مبتلا به SCD باشد. جراحان ممکن است برای بیمارانی که THA پرس‌فیت انجام می‌دهند دوره پس از عمل با فعالیت کاهش‌یافته را توصیه کنند تا رشد استخوانی ایمپلنت‌ها تسهیل شود و احتمال شل شدن زود هنگام استریل کاهش یابد<sup>(۱۷،۱۸)</sup>.

پس از عمل، بیماران مبتلا به SCD باید در یک واحد مراقبت‌های ویژه تحت نظارت دقیق قرار گیرند. بهترین مراقبت در مراکز مراقبت‌های تخصصی ارائه می‌شود که تیم بیهوشی در مدیریت و پیشگیری از بحران‌های انسداد عروقی تجربه دارند. داروهای ضدالتهاب غیراستروئیدی (NSAIDs) اثرات مسکن و ضدپلاکت دارند و می‌توانند خواص تسکین‌دهنده درد اپیوئیدها را تقویت کنند، در نتیجه استفاده از مواد مخدر را کاهش می‌دهند و خطر بروز اپیزودهای انسداد عروقی را پایین می‌آورند<sup>(۱۹)</sup>. به‌دلیل احتمال نیاز به انتقال خون یا تعویض خون، ممکن

- sickle cell disease after high-volume surgical procedures. *Am J Hematol.* 2009;84(11):703-709. doi:10.1002/ajh.21520
- 9 Hernigou P, Zilber S, Filippini P, Mathieu G, Poignard A, Galacteros F. Total THA in adult osteonecrosis related to sickle cell disease. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466(2):300-308. doi:10.1007/s11999-007-0069-3
  - 10 Matos MA, dos Santos Silva LL, Brito Fernandes R, Dias Malheiros C, Pinto da Silva BV. Avascular necrosis of the femoral head in sickle cell disease patients. *Ortop Traumatol Rehabil.* 2012;14(2):155-160. doi:10.5604/15093492.992286
  - 11 Fassihi SC, Lee R, Quan T, Tran AA, Stake SN, Unger AS. Total Hip Arthroplasty in Patients With Sickle Cell Disease: A Comprehensive Systematic Review. *J Arthroplasty.* 2020;35(8):2286-2295. doi:10.1016/j.arth.2020.04.014
  - 12 Manzary M. Total Hip Arthroplasty in Sickle Cell Disease. *Reconstructive Review.* 2016;6(9):38-42. doi:10.15438/rr.6.2.137
  - 13 Jeong GK, Ruchelsman DE, Jazrawi LM, Jaffe WL. Total hip arthroplasty in sickle cell hemoglobinopathies. *J Am Acad Orthop Surg.* 2005;13(3):208-217. doi:10.5435/00124635-200505000-00007
  - 14 Hernigou P, Housset V, Pariat J, Dubory A, Flouzat Lachaniette CH. Total hip arthroplasty for sickle cell osteonecrosis: guidelines for perioperative management. *EFORT Open Rev.* 2020;5(10):641-651. doi:10.1302/2058-5241.5.190073
  - 15 Estcourt LJ, Fortin PM, Trivella M, Hopewell S. Preoperative blood transfusions for sickle cell disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;4(7):1-51. doi:10.1002/14651858.CD003149.pub3
  - 16 Anyaehie UE, Eyichukwu GO, Nwadinigwe CU, Katchy AU. Complex primary hips for total hip replacement surgery at a tertiary institution in Nigeria. *Sicot j.* 2018;4:22. doi:10.1051/sicotj/2018026
  - 17 Andersson L, Wesslau A, Bodén H, Dalén N. Immediate or late weight bearing after uncemented total hip arthroplasty: a study of functional recovery. *J Arthroplasty.* 2001;16(8):1063-1065. doi:10.1054/arth.2001.27253
  - 18 Kishida Y, Sugano N, Sakai T, Nishii T, Haraguchi K, Ohzono K, et al. Full weight-bearing after cementless total hip arthroplasty. *Int Orthop.* 2001;25(1):25-28. doi:10.1007/s002640000221
  - 19 Ballas SK. Complications of sickle cell anemia in adults: guidelines for effective management. *Cleve Clin J Med.* 1999;66(1):48-58. doi:10.3949/ccjm.66.1.48
  - 20 Hammer M, Geier KA, Aksoy S, Reynolds HM. Perioperative care for patients with sickle cell who are undergoing total hip replacement as treatment for osteonecrosis. *Orthop Nurs.* 2003;22(6):384-397. doi:10.1097/00006416-200311000-00004
  - 21 Reed W, Vichinsky EP. New considerations in the treatment of sickle cell disease. *Annu Rev Med.* 1998;49:461-474. doi:10.1146/annurev.med.49.1.461
  - 22 Hart A, Wyles CC, Abdel MP, Perry KI, Pagnano MW, Taunton MJ. Thirty-Day Major and Minor Complications Following Total Hip Arthroplasty-A Comparison of the Direct Anterior, Lateral, and Posterior Approaches. *J Arthroplasty.* 2019;34(11):2681-2685. doi:10.1016/j.arth.2019.06.046
  - 23 Sershon RA, McDonald JF, 3rd, Ho H, Goyal N, Hamilton WG. Outpatient Total Hip Arthroplasty Performed at an Ambulatory Surgery Center vs Hospital Outpatient Setting: Complications, Revisions, and Readmissions. *J Arthroplasty.* 2019;34(12):2861-2865. doi:10.1016/j.arth.2019.07.032

بیماران جوان‌تر معمولاً سطح فعالیت بالاتر و نیازهای عملکردی بیشتری دارند که این موضوع موجب فشار اضافی بر روی رابط ایمپلنت-استخوان می‌شود و احتمال شل شدن استئوسپتیک و شکست ایمپلنت را افزایش می‌دهد. در نتیجه، جراحان ممکن است استفاده از فیکساتور پرس-فیت را برای تشویق به رشد زیستی پایدار در نظر بگیرند و به بیماران باید اطلاع داده شود که به دلیل شل شدن استئوسپتیک ممکن است خطر نیاز به جراحی ترمیمی در آینده افزایش یابد.

## نتیجه‌گیری

در نتیجه، آرتروپلاستی کامل مفصل ران (THA) در بیماران مبتلا به بیماری سلول داسی‌شکل (SCD) به دلیل شیوع بالای نکروز آواسکولار سر استخوان ران مکرراً انجام می‌شود. تحقیقات نشان داده است که خطر عوارض پزشکی و جراحی پس از عمل در افراد مبتلا به SCD از بیماران غیرمبتلا به SCD بالاتر است. بنابراین، این گروه پرخطر از بیماران به مراقبت‌های جامع و هماهنگ و به ارزیابی دقیق قبل از عمل و ارتباط هماهنگ بین تیم‌های جراحی، بیهوشی، هماتولوژی، داخلی، بیماری‌های عفونی و قلبی برای بهینه‌سازی نتایج نیاز دارند.

## منابع

- 1 Kenanidis E, Kapriniotis K, Anagnostis P, Potoupnis M, Christofilopoulos P, Tsiroidis E. Total hip arthroplasty in sickle cell disease: a systematic review. *EFORT Open Rev.* 2020;5(3):180-188. doi:10.1302/2058-5241.5.190038
- 2 Osunkwo I. An update on the recent literature on sickle cell bone disease. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 2013;20(6):539-546. doi:10.1097/01.med.0000436192.25846.0b
- 3 Vanderhave KL, Perkins CA, Scannell B, Brighton BK. Orthopaedic Manifestations of Sickle Cell Disease. *J Am Acad Orthop Surg.* 2018;26(3):94-101. doi:10.5435/jaaos-d-16-00255
- 4 Hickman JM, Lachiewicz PF. Results and complications of total hip arthroplasties in patients with sickle-cell hemoglobinopathies. Role of cementless components. *J Arthroplasty.* 1997;12(4):420-425. doi:10.1016/s0883-5403(97)90198-4
- 5 Mont MA, Marker DR, Zywiell MG, Carrino JA. Osteonecrosis of the knee and related conditions. *J Am Acad Orthop Surg.* 2011;19(8):482-494. doi:10.5435/00124635-201108000-00004
- 6 da Silva Junior GB, Daher Ede F, da Rocha FA. Osteoarticular involvement in sickle cell disease. *Rev Bras Hematol Hemoter.* 2012;34(2):156-164. doi:10.5581/1516-8484.20120036
- 7 Platt OS, Brambilla DJ, Rosse WF, Milner PF, Castro O, Steinberg MH, et al. Mortality in sickle cell disease. Life expectancy and risk factors for early death. *N Engl J Med.* 1994;330(23):1639-1644. doi:10.1056/nejm199406093302303
- 8 Dinan MA, Chou CH, Hammill BG, Graham FL, Schulman KA, Telen MJ, et al. Outcomes of inpatients with and without

- 24 Usmani A, Machado RF. Vascular complications of sickle cell disease. *Clin Hemorheol Microcirc.* 2018;68(2-3):205-221. doi:10.3233/ch-189008
- 25 Vichinsky EP, Neumayr LD, Haberkern C, Earles AN, Eckman J, Koshy M, et al. The perioperative complication rate of orthopedic surgery in sickle cell disease: report of the National Sickle Cell Surgery Study Group. *Am J Hematol.* 1999;62(3):129-138. doi:10.1002/(sici)1096-8652(199911)62:3<129::aid-ajh1>3.0.co;2-j
- 26 Chen Y, White RS, Tangel V, Noori SA, Gaber-Baylis LK, Mehta ND, et al. Sickle cell disease and readmissions rates after lower extremity arthroplasty: a multistate analysis 2007-2014. *J Comp Eff Res.* 2019;8(6):403-422. doi:10.2217/ce-2018-0098
- 27 Stavrakis AI, SooHoo NF, Lieberman JR. A comparison of the incidence of complications following total hip arthroplasty in patients with or without osteonecrosis. *J Arthroplasty.* 2015;30(1):114-117. doi:10.1016/j.arth.2014.08.010

## شکستگی ناشی از ضربه و به تنهایی آکرومیون درمان شده با تنش باند وایر (گزارش موردی)

### چکیده:

آکرومیون، برجستگی لترال اسپاین کتف است که شکستگی آن یک آسیب نادر است که اغلب دیر تشخیص داده می‌شود. اگرچه، معمولاً به صورت غیر جراحی درمان می‌شود، اندیکاسیون‌های جراحی در این شکستگی‌ها بسیار خاص است. بیمار ما یک زن ۵۶ ساله فعال با شکستگی ایزوله قاعده آکرومیون همراه با جابه‌جایی هست که با روش تنش باند وایر عمل شد و شکستگی بدون عارضه جوش خورد و نمره شانه UCLA خوب را به دست آورد.

واژگان کلیدی: آکرومیون، شکستگی استخوان، کتف، تثبیت شکستگی

پذیرش مقاله: ۵۵ روز قبل از چاپ

دکتر سید رضا آقاپور،<sup>۱</sup> دکتر آرشد ملک،<sup>۲</sup> سید پویان آقاپور،<sup>۳</sup> دکتر یاسین شریف زاده

### مقدمه

ضربه به قسمت فوقانی شانه، هرگونه ضایعه در این نقطه، فشار زیاد کار، و هرگونه عارضه مربوط به روش‌های آرتروپلاستی کامل و یا معکوس شانه، همگی می‌توانند به طور مستقیم یا غیرمستقیم باعث شکستگی‌های آکرومیون شوند. تقریباً ۸ درصد از کل شکستگی‌های کتف شامل شکستگی‌های آکرومیونی بوده که به‌عنوان شکستگی‌های نادری در نظر گرفته می‌شود که با شکستگی گلوئوئید همان طرف، گردن و تنه کتف در نتیجه آسیب‌های شدید اتفاق می‌افتد.<sup>(۱)</sup> اخیراً نشان داده شده است که ۵-۶/۹ درصد از تعویض کامل معکوس شانه با شکستگی‌های آکرومیون مرتبط است. راهبردهای تشخیص و درمان در بیماران با شکستگی آکرومیون تروماتیک دشوار است.<sup>(۲)</sup> بر این اساس، برای تشخیص و درمان بهتر، سه طبقه‌بندی برای شکستگی آکرومیون در نظر گرفته شده است. ۱: طبقه‌بندی Ogawa و Naniwa که به نوع ۱ شامل ستون فقرات جانبی کتف و نوع II واقع در اسپینوگلوئوئیدی ناچ تقسیم می‌شود. ۲: طبقه‌بندی کوهن شامل حداقل جابجایی به عنوان شکستگی نوع I و جابجایی بدون هیچ کاهش در فضای ساب آکرومیال به عنوان نوع II و کاهش فضای ساب آکرومیال به عنوان نوع III طبقه‌بندی می‌شود. ۳: طبقه‌بندی AO/OTA بر اساس سطوح خرد کردن و جابجایی<sup>(۳)</sup>. در اینجا، ما با هدف ارائه گزارش موردی با شکستگی آکرومیون درمان شده با تنش باند وایر انجام شد.

۱. واحد توسعه تحقیقات بالینی، بیمارستان شهید بهشتی، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران.  
۲. واحد توسعه تحقیقات بالینی، بیمارستان اختر، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.  
۳. واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران.

نویسنده مسئول:

دکتر یاسین شریف زاده

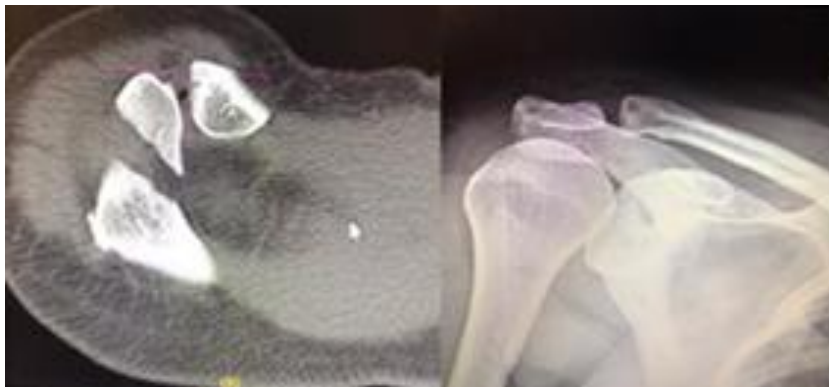
Email address:

dryasinsharifzadeh@gmail.com

### ارائه کیس

استخوان ثابت و پایدار می‌سازد. دوره بعد از عمل بدون عارضه بود. طبق پروتکل بخش ما، زخم پس از چهل و هشت ساعت، معاینه و پانسمان شد و درن نیز خارج شد. حرکات فعال ملایم و تمرینات پیشرونده ۳ هفته پس از جراحی در محدوده تحمل درد شروع شد. رادیوگرافی ۲۴ ساعت پس از جراحی گرفته شد. سپس در ۶ هفته، ۱۲ هفته که با فضای زیر آکرومیال بصورت واضح قابل قبول بود، گرفته شد. پیوند استخوانی در هفته ۱۲ مشهود بود. در ۱۲ ماه پس از عمل، تنش باند وایر را خارج کردیم. عملکردی شانه بیمار با استفاده از مقیاس عملکرد شانه دانشگاه کالیفرنیا لس آنجلس (UCLA) و نمره ثابت (مورلی) در هفته‌های شش، دوازده، بیست و چهار و شصت و چهار، مورد بررسی قرار گرفت. نحوهی ثبت امتیازات به این صورت بود که در هفته ششم، ۱۱ و در هفته دوازده ۱۷ و در هفته بیست و چهارم ۳۰ و در ارزیابی آخر که هفته شصت و چهارم بود نمره ی بیمار ۳۲ به ثبت رسید. در آخرین معاینه که در شصت و چهارمین هفته انجام شد، حرکت فعال بیمار بهبودی عالی داشتند و اداکشن ۹۰ درجه و فلکشن ۹۰ درجه را کسب کرده بودند (شکل ۲).

خانمی ۵۶ ساله به دنبال تروما پس از سانحه رانندگی، با درد شدید در ناحیه فوقانی کتف راست که باعث ناتوانی در حرکت شانه شده بود، به بیمارستان ما مراجعه کرد. حرکت غیرفعال و فعال شانه راست به شدت دردناک و محدود بود. ابتدا آزمایشات عصبی و عروقی انجام شد و هیچ آسیبی نشان نداد. سپس رادیوگرافی ساده هیچ شکستگی خاصی را نشان نداد؛ اما به دلیل شدت درد، آزمایشات بیشتری مورد نیاز بود؛ بنابراین سی تی اسکن انجام شد و در نهایت یک شکستگی جابجا شده در پایه آکرومیون تشخیص داده شد (شکل ۱). بیمار برای یک عمل جراحی باز با جاناندازی باز و فیکساسیون داخلی (ORIF) شکستگی آکرومیون شانه راست آماده شد. پس از بیهوشی عمومی، یک برش از محل قدامی به خلفی آکرومیون انجام شد و شکستگی قابل مشاهده بود. پارگی عضله دلتوئید مشاهده نشد اگرچه پارگی جزئی روتاتور کاف تشخیص داده شد که ترمیم شد. بورس ساب آکرومیال برداشته شد. تنش باند وایر یک



شکل ۱: سی تی اسکن شانه راست که شکستگی جابجا شده استخوان آکرومیال را نشان می دهد



شکل ۲: نماهای مختلف از شکستگی آکرومیون بهبود یافته پس از جراحی

## بحث

عمل جراحی جاناندازی قطعه لترال آکرومیون، جهت اصلاح فضای زیر آکرومیال و ثبات قوی بین قطعات شکستگی برای مهار نیروی عضله اطراف شانه و ایجاد نیروی مناسب بر روی قطعات شکستگی جهت جوش خوردن سریع تر استخوان، بود. معمولاً عمل جراحی باز یک روش سنتی برای شکستگی های آکرومیون هست که با هدف حفظ حرکت فعال شانه انجام می شود. برای انجام فیکساسیون، روش های جدیدی در عمل جراحی توصیه شده و مورد استفاده قرار گرفته است<sup>(۵،۶)</sup>. کوهن از برای شکستگی های نوع II که فضای زیر آکرومیال را محدود می کنند، شکستگی های استرسی که علامت دار هستند و شکستگی های دردناکی که جوش نخورده اند، به سمت جراحی باز هدایت می کند<sup>(۷)</sup>. در مطالعه Bauer و همکارانش بررسی شد که، سن و سطح فعالیت روزانه و وضعیت عمومی بیمار و شکستگی های جابجایی شدید آکرومیون در انجام عمل جراحی نقش مهمی دارند و پزشک را به سمت جراحی باز هدایت می کند<sup>(۸)</sup>. در مطالعه هس و همکاران به این نتیجه رسیدند که ویژگی های بیمار، مانند سطح فعالیت روزانه بیمار، یک ویژگی مهم برای انتخاب استراتژی درمانی می باشد. عمل جراحی باز و ثابت کردن شکستگی معقول ترین راه برای درمان بزرگسالان شاغل می باشد که نیاز دارند سریع تر به محل کار برگردند<sup>(۹)</sup>. بیمار ما یک زن میانسال، دارای فعالیت بالا بود، بنابراین تصمیم به انجام عمل جراحی گرفتیم. عمل جراحی باز بیمار

اسکاپولا از نظر آناتومیکی در قسمت خلفی قفسه سینه قرار دارد، که توسط گروهی از ماهیچه ها به قفسه ی سینه متصل می شود و نقش مهمی در حرکات و محور مکانیکی اندام فوقانی ایفا می کند. شکستگی تنها آکرومیون بدون آسیب های استخوانی همراه که به علت تروما باشد، نادر است، هر چند بعضی از این شکستگی ها با آسیب ها بافت نرم و استخوانی در اطراف شانه گزارش شده اند. گزارش شده است که کمتر از ۱۰٪ از شکستگی های اسکاپولا با آسیب آکرومیون همراه است<sup>(۴)</sup>. طبق طبقه بندی کوهن، بیمار ما به عنوان کوهن نوع II طبقه بندی شد که برای بیمار جراحی انجام دادیم، قابل ذکر است که این شکستگی ها معمولاً بدون عارضه بهبود می یابند، اما می توانند عوارض مانند درد و ناتوانی شانه داشته باشند و میزان بالایی از جوش نخوردن برای این نوع شکستگی گزارش شده است. برای تشخیص شکستگی های همراه آسیب آکرومیون، گرافی های تروما سری از جمله رخ، آگزیلاری و نیمرخ شانه انجام می شود. اغلب سی تی اسکن با بازسازی سه بعدی در تشخیص شکستگی های آکرومیون بسیار کمک کننده است و در تعیین و برنامه ریزی نوع مداخله درمانی تعیین کننده است. ما جهت بررسی بیمار مورد نظر مان از اشعه ایکس و سی تی اسکن استفاده کردیم. هدف ما از انجام

- 4 Cole PA, Freeman G, Dubin JR. Scapula fractures. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2013;6(1):79-87. 10.1007/s12178-012-9151-x
- 5 McClure PW, Michener LA, Karduna AR. Shoulder function and 3-dimensional scapular kinematics in people with and without shoulder impingement syndrome. *Physical therapy.* 2006;86(8):1075-1090. 10.1093/ptj/86.8.1075
- 6 Bauer S, Traverso A, Walch G. Locked 90 degrees -double plating of scapular spine fracture after reverse shoulder arthroplasty with union and good outcome despite plate adjacent acromion fracture. *BMJ Case Rep.* 2020;13(9):e234727. 10.1136/bcr-2020-234727
- 7 Kuhn JE, Blasler RB, Carpenter JE. Fractures of the acromion process: a proposed classification system. *J Orthop Trauma.* 1994;8(1):6-13. 10.1097/00005131-199402000-00002 8.
- 8 Bauer G, Fleischmann W, Dussler E. Displaced scapular fractures: indication and long-term results of open reduction and internal fixation. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1995;114(4):215-219. 10.1007/BF00444266
- 9 Hess F, Zettl R, Welter J, Smolen D, Knoth C. The traumatic acromion fracture: review of the literature, clinical examples and proposal of a treatment algorithm. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2019;139(5):651-658. 10.1007/s00402-019-03126-6
- 10 Harris JD, Griesser MJ, Jones GL. Systematic review of the surgical treatment for symptomatic os acromiale. *Int J Shoulder Surg.* 2011;5(1):9-16. 10.4103/0973-6042.80461
- 11 Wahlquist TC, Hunt AF, Braman JP. Acromial base fractures after reverse total shoulder arthroplasty: report of five cases. *J Shoulder Elbow Surg.* 2011;20(7):1178-1183. 10.1016/j.jse.2011.01.029
- 12 Kim DS, Yoon YS, Kang DH. Comparison of early fixation and delayed reconstruction after displacement in previously nondisplaced acromion fractures. *Orthopedics.* 2010;33(6):392. 10.3928/01477447-20100429-11
- 13 Zhu J, Pan Z, Zheng R, Lan S. Perpendicular Double-Plate Fixation with Locking System for Acromion Pedicle Fracture. *Acta Ortop Bras.* 2016;24(2):107-110. 10.1590/1413-785220162402141691
- 14 Ogawa K, Naniwa T. Fractures of the acromion and the lateral scapular spine. *J Shoulder Elbow Surg.* 1997;6(6):544-548. 10.1016/s1058-2746(97)90087-2
- 15 Nasab SAM. Isolated displaced fracture of the acromion: a rare case report and the consequence of treatment by open reduction and pin fixation. *Archives of trauma research.* 2013;1(4):184. 10.5812/at.8762
- 16 Belien H, Biesmans H, Steenwerckx A, Bijnens E, Dierickx C. Prebending of osteosynthesis plate using 3D printed models to treat symptomatic os acromiale and acromial fracture. *J Exp Orthop.* 2017;4(1):34. 10.1186/s40634-017-0111-7

با تنش باند وایر برای ایجاد یک ثبات قوی انجام شد. پس از جراحی و پیگیری بیمار، سطح فعالیت بیمار افزایش یافته و سطح طبیعی قبل شکستگی رسید. هیچ عفونتی در محل عمل وجود نداشت. مشابه با نتایج مطالعه ما، هریس و همکاران (۲۰۱۱) بررسی کردند که روش تنش باند وایر با دو پین موازی موفق‌ترین تکنیک برای درمان شکستگی‌های استخوان آکرومیون است<sup>(۱۰)</sup>. والکویست و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه‌ی خود، به این نتیجه رسیدند که تنش باند وایر که به صورت عمل جراحی باز انجام می‌شود، یک رویکرد جراحی مناسب در بیماران شکستگی آکرومیون می‌باشد<sup>(۱۱)</sup>. در مطالعه هیل و همکارانش به این نتیجه رسیدند که در مواردی همچون محدود شدن فضای زیر آکرومیال، چسبندگی علامت‌دار، شکستگی‌های باز، جابجایی بیش از ۱ سانتی‌متر و اختلال در کمپلکس عصبی شانه نیاز به عمل جراحی باز می‌باشد<sup>(۱)</sup>. در شکستگی‌های آکرومیون، بر اساس نوع شکستگی، از ایمپلنت‌هایی مانند پیچ‌های کنسلوس<sup>(۱۲)</sup>، پلاک دینامیکی باریک و پیچ‌های کورتیکال ۳.۵ میلی‌متری<sup>(۱)</sup> و پلاک‌های قفل‌کننده<sup>(۱۳)</sup> و پین‌های ساده<sup>(۱۴)</sup> یا رزوه‌دار<sup>(۱۵)</sup> یا تنش باند وایر<sup>(۱۶)</sup> استفاده شده است. همچنین شکستگی‌های آکرومیون با پلاک‌های آناتومیال کلاویکل نیز، فیکس شده‌اند<sup>(۱۵)</sup>. در بیمار ما هیچ عارضه‌ای که مربوط به عمل جراحی یا استفاده از تنش باند وایر باشد، مشاهده نشد. بازبایی عملکردی شانه هم با استفاده از مقیاس عملکرد شانه UCLA و امتیاز ثابت (مورلی) بررسی شد و در پایان هر ویزیت برای ثبت بهبود با جدول‌ها مقایسه شد.

## نتیجه‌گیری

در بیمار مورد نظر، ما دریافتیم که استفاده از جاناندازی باز و تثبیت داخلی همراه با تنش باند وایر با شکستگی آکرومیون بهبود یافته مرتبط است. یکی از مزایای استفاده از فیکساسیون تنش باند، امکان حرکات شانه بلافاصله پس از جراحی است که خطر خشکی و/یا شانه یخ زده را در بیماران کاهش می‌دهد.

## قدردانی‌ها

نویسندگان از همکاری کارشناسان واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان شهید بهشتی بابل تشکر و قدردانی می‌کنند

## منابع

- 1 Hill BW, Anavian J, Jacobson AR, Cole PA. Surgical management of isolated acromion fractures: technical tricks and clinical experience. *J Orthop Trauma.* 2014;28(5):e107-e113. 10.1097/BOT.0000000000000040
- 2 Levy JC, Blum S. Postoperative acromion base fracture resulting in subsequent instability of reverse shoulder replacement. *J Shoulder Elbow Surg.* 2012;21(4):14-18. 10.1016/j.jse.2011.09.018
- 3 Cicekli O, Akar A, Topcu HN. Displaced acromion fracture: A rare injury, case report. *Int J Surg Case Rep.* 2017;39:313-316. 10.1016/j.ijscr.2017.08.051

## بازسازی دیفکت‌های استخوان فک و آلونولار: نقش زیست مواد و داربست‌های بیولوژیکی (مقاله مروری)

### چکیده:

بازسازی بافت های سخت استخوان فک که در اثر ضربه‌های شدید فیزیکی، تروما، بیماری‌های دهان و لثه و کشیدن دندان دچار آسیب و تحلیل می‌شوند مدت‌ها است کانون توجه جراحان فک و صورت و حوزه دندانپزشکی قرار گرفته است. با کشف راهکارهای نوین و مواد پیشرفته که به‌مرور زمان در حال گسترش و معرفی به بازار تجاری می‌باشند، شمار بسیاری از دیفکت‌های استخوان قابل بازسازی و ترمیم شده‌اند. مواد طبیعی اتوگرفت، آلوگرفت و زونگرفت که از مدت‌ها پیش برای بازسازی دیفکت‌های استخوان فک استفاده می‌شده‌اند، اکنون به‌صورت تجاری در مدل‌های کنسولوس و کورتیکوکنسولوس در شکل‌ها، اندازه‌ها و کاربردهای گوناگون در دسترس قرار گرفته‌اند. اخیراً به‌کارگیری لخته‌های فیبرین که از پلاسمای خود فرد گرفته می‌شود (PRF) برای آگمنتاسیون استخوان ریج فک با موفقیت چشمگیری روبرو بوده است. ضمناً با پیشرفت مهندسی بافت و علوم زیست-مواد، ترکیبات و داربست‌های بیولوژیکی جدیدی توسعه داده شده‌اند که محدودیت‌ها و مشکلات قبل مثل ضعف القای استخوان زایی و تحریک ایمنولوژیک را ندارند بطوریکه خصوصاً برای جراحی‌های سینوس-لیفت فک بالا و آگمنتاسیون استخوان کرست نتایج چشمگیری داشته‌اند. نظیر ترکیبات تشکیل یافته از کلسیم و فسفات، پلیمرهای زیست سازگار و زیست تخریب-پذیر PLA، PLGA، ترکیبات متشکل از شیشه‌های زیست فعال و همچنین غشاءهای بیولوژیک پیشرفته. ضمناً از طریق تلفیق آن‌ها با سلول‌های بنیادی، مواد و مولکول‌ها استخوان‌ساز و فاکتورهای رشد سلولی، اکنون روش‌های بازسازی استخوان فک به‌صورت کارآمدتر و مؤثرتری برای بیماران در دسترس قرار گرفته‌اند که بیش‌ازپیش بر اهمیت شناخت و مطالعه دقیق‌تر مواد زیستی و ترکیبات آن‌ها جهت بهبود عملکردشان مهر تأیید زده‌اند.

**واژگان کلیدی:** زیست مواد، داربست زیستی، بازسازی نقایص استخوان فک و آلونولار، القای استخوان زایی

پذیرش مقاله: ۳۹ روز قبل از چاپ

### امیر رحمانی، نگین خوشنود، علی زمانیان

#### مقدمه

براساس اطلاعات و تجربیات حاصل از پرپودنتولوژی و پرپودنتیسیس، اکثر آسیب‌ها و تحلیل‌های استخوان فک و پیرامون دندان‌ها بدلیل آتروفی‌های بعد از کشیدن دندان، تروما و زخم، برداشتن تومور، بیماری‌های مادرزادی، پاتولوژیک و عارضه‌های پیشرفت‌کننده نظیر شکافت کام و لب، اتفاق می‌افتند<sup>(۱)</sup>. حوزه علوم پزشکی بازساختی یا مهندسی بافت استخوان برای کنترل و جبران این آسیب‌ها با هدف جایگزینی یا بازسازی بافت از دست رفته پدید آمده است تا ساختار و کارکرد طبیعی آن مجدداً احیا گردد. بازسازی استخوان به رشد درونی و دوباره شکل‌گیری مقداری از بافت استخوان از دست رفته یا آسیب دیده طبق ساختارپیشین خود تعبیر می‌شود درحالی‌که ریمولدینگ استخوان به تشکیل مجدد فیزیولوژیک استخوان گفته می‌شود که طبق یک سیستم پیوسته از فرآیند فعال سازی، باز-جذب و تشکیل بافت استخوانی صورت می‌پذیرد<sup>(۲)</sup>.

بازسازی استخوان مجموعه و صورت غالباً دربرگیرنده طیفی از دستورالعمل‌های پزشکی است که بطور کلی روی القاء و هدایت سلول‌های زمینه و همچنین پیوند سلولی و درمان ژن متمرکز است. بازسازی پرپودنتال بعنوان جزء مهمی از این حوزه وسیع شامل بازسازی بخش‌های سمان، رباط پرپودنتال (PDL) و استخوان آلونولار پیرامون دندان می‌باشد. غالب کارهایی که در این زمینه صورت می‌گیرد مربوط به درمان نقص‌های استخوانی قبل از ایمپلنت، بازسازی دیفکت‌های آلونولار با هدف آگمنتاسیون بافت سخت برای قراردادن ایمپلنت و جراحی بالاکشیدن سینوس (سینوس-لیفت) هستند<sup>(۳)</sup>.

مهمترین راهکارهای بازسازی استخوان فک و پرپودنتال بر بکارگیری فاکتورها رشد یا مولکول‌های سیگنال دهنده، داربست‌های بیولوژیک و سلول‌های بنیادی برای تحریک استخوان زایی استوارند. این روش‌ها یا بصورت مستقل یا بصورت ترکیبی برای دستیابی به بهترین نتیجه بکار گرفته می‌شوند که در تمامی آنها تحریک استخوان زایی، رگ زایی و کنترل التهاب بدقت مدنظر قرار می‌گیرند.

۱. گروه فناوری نانو و مواد پیشرفته، مرکز تحقیقات مواد و انرژی (MERC)، کرج، البرز، ایران

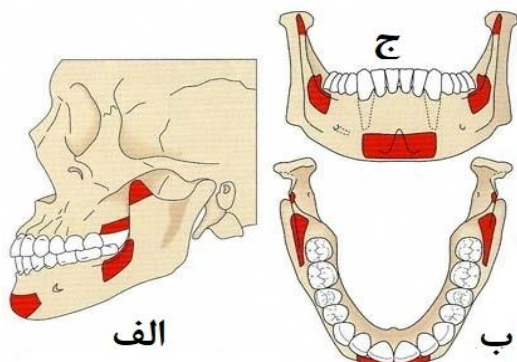
نویسنده مسئول:

علی زمانیان

Email address:

a-zamanian@merc.ac.ir

حیواناتی مثل گاو، اسب، خوک و ... گرفته می شوند و از ویژگی هدایت استخوان زایی<sup>۶</sup> برای رشد و توسعه سلولهای استخوان ساز برخوردارند<sup>(۱۱)</sup>.



**شکل ۱: نمایش بخشهای سمفیز فک پائین، توپروزیف فک بالا و زوایای زائده راموس که معمولاً در معرض آسیب بوده و نیاز به بازسازی بافت دارند (الف) نمای جانبی (ب) نمای بالایی و (ج) نمای قدامی فک پائین از دیفکت ها، چاپ مجدد با کسب اجازه از Markus et al<sup>(۱۰)</sup>.**

یکی از رایج ترین دیفکت ها یا تحلیل های استخوانی که جراحان با آن سرکار دارند مربوط به تحلیل استخوان فک و آلوئولار قبل از جاگذاری ایمپلنت های دندانی است و دیگری در خصوص حفظ ساکت استخوان حاصل از کشیدن دندان می باشد که در ایمپلنتولوژی به آنها پرداخته می شود<sup>(۱۲)</sup>. هنگام ایمپلنت، استخوان ریج فک بایستی از ارتفاع، عرض و حجم کافی برخوردار باشد تا امکان ساپورت کافی پایه ایمپلنت فراهم گردد<sup>(۱۳)</sup>. ضمناً استخوان دیواره کانال یا ساکتی که پس از کشیده شدن دندان روی ریج یا لبه فک برجای می ماند، مستعد تحلیل و ورود بافت های نرم پیرامونی است که بایستی از آن پیشگیری شود. بهمین دلیل است که پرویودنتیست اقدام به بهره گیری از روشهای بازسازی استخوان تحلیل رفته بکمک زیست-مواد طبیعی و مصنوعی می کند تا علاوه بر تحریک استخوان زایی در دیفکت مربوطه، شرایط بهینه شکل گیری استخوان جدید را طی دوره زمانی مشخص فراهم آورد<sup>(۱۴)</sup>. همچنین در جراحی سینوس-لیفت<sup>۷</sup> پرویودنتیست پس از بالا کشیدن غشاء سینوس فک بالا، بدنال استفاده از گرفت های استخوان جهت پرکردن فضای خالی ناشی مربوطه و نهایتاً تشکیل حجم کافی از استخوان جدید است تا بتوان ایمپلنت را روی آن پیاده سازی کرد<sup>(۱۵)</sup>. در روش بازسازی هدایت استخوان زایی که به اختصار GBR<sup>۸</sup> نامیده می شود، نوعی غشاء سدکننده

در این فرآیند چند مرحله ای تلاش بر آنست تا سلولهای استخوان ساز به ناحیه آسیب یا دیفکت مهاجرت کنند. در همین راستا مواد زیست-سازگار و روشهای مختلفی بکارگرفته می شود<sup>(۴)</sup>.

استفاده از فاکتورهای رشد که از بافت های موجودات زنده (انسان یا حیوانات) گرفته می شوند، باعث تحریک و تمایز سلولهای استخوانی می گردد بطوریکه فرآیند ترمیم را سرعت بخشیده و رشد بافت استخوانی جدید را شتاب می دهند. در تکنیک بازسازی توسط هدایت استخوان زایی<sup>۱</sup>، سعی بر آنست تا فضایی فیزیکی و پایدار در ناحیه دیفکت استخوان برای مهاجرت و ورود سلولهای استئوبلاست و استئوکلاست فراهم شود<sup>(۵)</sup> که تحت شرایط آسیب، این دونوع سلول نقش اساسی در تشکیل و باز-جذب استخوان را برعهده دارند، بطوریکه پس از تکثیر در محل، نوعی لخته را تشکیل داده که منبعد بعنوان یک داربست طبیعی بیولوژیک جهت شکل گیری استخوان جدید عمل خواهد کرد<sup>(۴،۵)</sup>.

اطلاعات موجود حاکی از آن هستند که مورفولوژی دیفکت (تعداد دیواره ها و ابعاد دیفکت، عمق، عرض و حجم آن)، محل قرارگیری (بطورمثال ساکت های حاصل از کشیدن دندان، اتصال غضروفی و استخوان راموس فک پائین) و باز یا بسته بودن محیط ناحیه تحت درمان اساساً فرآیند بازسازی استخوان را تحت تاثیر قرار می دهند<sup>(۶)</sup>. با هدف دستیابی به محیط بازسازی بهتر و سریعتر، مهندسی بافت ظهور پیدا کرده که بدنال تولید بافت های با یوفانکشنال<sup>۲</sup> جهت جایگزینی با بافت های ازدست رفته یا آسیب دیده استخوان فک و آلوئولار است<sup>(۴،۶)</sup>. در شکل ۱ رایج ترین بخشهای استخوان فک که تحت بازسازی قرار می گیرند، نشان داده شده اند.

بکارگیری استخوان اتولوگ از داخل دهان یا خارج دهان خود بیمار بعنوان روش استاندارد طلایی از مدتها هنوز مورد استفاده قرار می گیرد زیرا بدلیل یکپارچگی بافت<sup>۳</sup> پیوندی با بافت زمینه، حداقل تحریک سیستم ایمنی و انتقال بیماری را در پی خواهد داشت<sup>(۷)</sup>. تاکنون استفاده از این روش خصوصاً برای ترمیم نواحی سمفیز فک پائین<sup>۴</sup> و توپروزیف فک بالا<sup>۵</sup> از نتایج عالی برخوردار بوده است<sup>(۸)</sup>. در عین حال تحت شرایط نیاز به جراحی، عدم بروز امراض ناشناخته و بدن سالم، دیفکت های کوچک با اتوگرفت قابل بازسازی هستند، اما در مورد دیفکت های وسیع و بزرگ که بدلیل شکستگی های پاتولوژیک، بیماری های زمینه ای استخوان و یا عفونت استخوان ناشی از مشکلات پرویودنتال ایجاد می شوند، بکارگیری آلوگرفت ها که معمولاً از استخوان جمجمه و لگن گرفته می شوند چاره ساز خواهد بود<sup>(۹)</sup>. البته محدودیت دردسترس پذیری، کاربردشان را با چالش مواجه کرده است<sup>(۹)</sup>. نوع دیگر گرفت ها، زنوگرفت است که از

1. Guided Bone Regeneration(GBR)
2. Bio functional
3. Tissue Integration
4. Mandibular symphysis
5. Maxillary Tuberosity
6. Osteoconduction
7. Sinus Lift procedure
8. Guided Bone Regeneration

سنتر استخوان جدید بوده و ساختارشان همانند یک داربست زیست-فعال دارای خاصیت هدایت-استخوانی<sup>۴</sup> عمل کنند، درعین حال این نوع گرفت‌ها هم دارای معایبی بوده و برای دیفکت‌های کوچک تا متوسط کاربرد دارند<sup>(۸،۲۰)</sup>.

ارزیابی گرفت‌های استخوانی براساس چند معیار مهم زیر صورت می‌پذیرد:

۱. دردسترس پذیری به میزان نامحدود بدون آسیب به اعطاء کنندگان
۲. ترغیب و تحریک استخوان زایی
۳. عدم واکنش ایمنی بدن
۴. رگزایی سریع
۵. تحریک القای استخوان زایی
۶. ترغیب هدایت استخوان زایی
۷. جایگزینی کامل با استخوان ازدست رفته طبق همان مقدار و کیفیت بافت اصلی<sup>(۹،۲۱)</sup>.

واردانی و همکارانش<sup>۵</sup> به‌همراه سالیبا و همکارانش<sup>۶</sup> بترتیب کاربرد آلوگرفت‌ها و زونوگرفت‌ها را در بازسازی استخوان آلوئولار بررسی کردند و نتایج چشمگیری را در رابطه با آلوگرفت‌ها گزارش کرده‌اند. همچنین سالیبا در خصوص زونوگرفت، بازسازی قابل قبول استخوان را علاوه بر تاثیر چشمگیر در درمان زخم به اثبات رسانده است<sup>(۲۵)</sup>. درمقایسه با آلوگرفت‌ها که احتمال انتقال و سرایت بیماری یا عفونت از اعطاءکننده به بیمار بالاتر است، زونوگرفت‌ها بدلیل استانداردهای پیچیده‌ای که طی فرآیند ساخت طی می‌کنند از سلامت بیشتری برخوردارند<sup>(۱۸)</sup>. درمقابل، طی پژوهش سالیبا مشخص گردید که استفاده از زونوگرفت احساس درد بالاتری را نسبت به آلوگرفت به همراه خواهد داشت<sup>(۲۲-۲۵)</sup>. در جدول ۱ تعدادی از گرفت‌های تجاری همراه با مزیت‌ها و معایب آن‌ها آورده شده‌اند<sup>(۹،۲۶،۲۷)</sup>.

برای جلوگیری از تهاجم سریع سلولهای بافت نرم لته مورد استفاده قرار می‌گیرد که دارای سطحی با تخلخل‌های بسیار ریز می‌باشد، بطوریکه تخلخل‌های ریز درعین حال که از ورود سلولهای بافت نرم بداخل دیفکت ممانعت بعمل می‌آورند، ولی امکان ورود و خروج ریز-مواد مغذی و مولکولهای زیستی جهت رگزایی و تغذیه سلولهای بازسازی کننده را فراهم می‌کنند<sup>(۱۶)</sup>. بطورمعمول در روش GBR غشاء‌های سدکننده همراه با گرفت‌های استخوانی مورد استفاده قرار می‌گیرند<sup>(۱۴،۱۷)</sup>.

دراین مقاله ابتدا گرفت‌ها، داربست‌ها و زیست‌مواد رایج در حوزه بازسازی استخوان فک و آلوئولار به همراه مزایا و محدودیت‌های آنها به اختصار بررسی و تعدادی از انواع تجاری شان توضیح داده شده است. سپس جمع‌بندی کلی در خصوص نقش هر یک از آنها در ترمیم و بازسازی استخوان‌های از دست رفته فک و اطراف دندان ارائه گردیده است.

## انواع گرفت‌های مورد استفاده در بازسازی دیفکت‌های استخوان فک و آلوئولار

علاوه بر گرفت‌های اتولوگ، چندین ماده دیگر برای جایگزینی یا ترمیم دیفکت‌های استخوان فک و آلوئولار بکار می‌رود که استفاده از آنها بستگی به عوامل مختلفی نظیر زنده مانی بافت<sup>۱</sup>، اندازه، شکل و حجم دیفکت دارد<sup>(۱۸)</sup>.

آلوگرفت‌ها به صورت زمینه استخوانی مینرال زدایی شده (DBM)<sup>۲</sup> یا استخوان انجماد-خشک‌کایش شده (FDBA)<sup>۳</sup> عرضه می‌شوند<sup>(۱۹)</sup>. این نوع گرفت‌ها که در شکلها و اندازه‌های مختلف بصورت‌های کورتیکال (متراکم)، کنسلوس اسفنجی یا کورتیکو-کنسلوس (متراکم-اسفنجی) تهیه می‌شوند می‌توانند حاوی سلول‌های استخوان ساز و دارای ظرفیت

جدول ۱: معرفی خصوصیات، مزایا و معایب تعدادی از گرفت‌های تجاری<sup>(۹،۲۶،۲۷)</sup>

ردیف	عنوان تجاری	نوع گرفت	منشأ تشکیل دهنده	مزایا	معایب
۱	DBX®	آلوگرفت	جسدانسان	خاصیت القاء استخوانی خاصیت هدایت استخوان زایی دردسترس پذیری متوسط	خطر انتقال بیماری تحریک سیستم ایمنی
۲	Dynagraft®				
۳	Grafton™				
۴	OsteoSponge®				
۵	Puros®				
۶	Raptos®				
۷	Aligpore®	زونوگرفت	جلبک	خاصیت هدایت استخوان زایی	خطر انتقال بیماری

1. Tissue Viability
2. Demineralized Bone Matrix
3. Freeze Dried Bone Allograft
4. Osteoconductive
5. Wardani et al.
6. Saliba et al.

تحریک سیستم ایمنی	دردسترس پذیری بالا	خوک	جایگزین مصنوعی استخوان	Smartgraft®	۸
		گاو		Cerabone®	۹
		گاو		Gen-Os®	۱۰
		اسب		CollaBone®	۱۱
نیاز به استریل دقیق	خاصیت هدایت استخوان زایی دردسترس پذیری بالا	کلسیم-فسفات دوفازی	جایگزین مصنوعی استخوان	BonePlast®	۱۲
		پلی متیل متاکریلات و هیدروکسی آپاتیت		Cortoss®	۱۳
		کلسیم کربنات		Eurobone®	۱۴
		شیشه زیست-فعال		PerioGlass®	۱۵
		کلسیم فسفات دوفازی		OsteoBiol®	۱۶
				Straumann®	۱۷

## زیست مواد مصنوعی یا سنتتیک مورد استفاده در بازسازی استخوان فک و آلوئولار

مطالعه ای که جهت مقایسه تاثیر TCP- $\beta$  و نوعی پودر استخوان زونوگرفت بمدت ۸ هفته روی مدل خوکچه هندی انجام گرفت، نشان داده شد - TCP  $\beta$  باعث تشکیل مقدار بالاتری استخوان جدید نسبت به زونوگرفت شده است<sup>(۳۱)</sup>. مزیت اصلی کاربرد سیمان ها و سرامیک های کلسیم فسفاتی، انطباق آنها با یکسری مولکولهای استخوان زا و ضد جذب استخوان<sup>۲</sup> است که با هدف جلوگیری از عمل استئوکلاست ها (که بعنوان سلولهای جذب کننده استخوان شناخته می شوند) می توانند بعنوان نگه دارنده هایی<sup>۳</sup> برای گنجاندن فاکتورهای رشد، آنتی بیوتیک ها یا داروها مورد استفاده قرار بگیرند<sup>(۳۲)</sup>.

شیشه های زیست-فعال<sup>۴</sup> گروه دیگری از مواد می باشند که دارای خاصیت هدایت استخوان زایی می باشند. آنها شامل سیلیکا، کلسیم فسفات و اکسید دی سدیم هستند. وقتی یون های کلسیم و سیلیکات از مواد آزاد می شوند با سلول های بافت اطراف واکنش هایی انجام می دهند که موجب می گردند سلول ها به استخوان بچسبند<sup>(۳۳)</sup>. بعبارت دیگر شیشه های زیست فعال از طریق هدایت استخوانی و ویژگی چسبیدن به سطح استخوان یون هایی را آزاد می کنند که نهایتاً موجب تشکیل لایه ای از آپاتیت خواهد گردید<sup>(۳۴)</sup>.

پلیمرهای زیست-تخریب پذیر دسته دیگر موادی هستند که در داربست های زیستی جهت بازسازی استخوان فک مورد استفاده قرار گرفته اند. اکثر آنها بر مبنای گلایکولیک اسید و لاکتیک اسید که پلی لاکتیک اسید (PLA) و پلی گلایکولیک اسید (PLGA) شناخته می شوند، می باشند و بتازگی پلی کپرولاکتون (PCL) نیز به آنها اضافه شده است. مزیت اصلی آنها تخریب-زیستی شان و محدودیت شان فقدان ویژگی هدایت استخوان زایی می باشد<sup>(۳۷)</sup>.

در دندانپزشکی، بکارگیری مواد مصنوعی مذکور در جراحی های مختلف فک مثل سینوس-لیفت، دیفکت های پرپودنتال و آگمنتاسیون کرست<sup>۵</sup>

نقش اصلی زیست-مواد مصنوعی یا سنتتیک تحریک یا پشتیبانی از فرآیند بازسازی استخوان است. از آنجایی که اینگونه مواد از ویژگی های زیست-سازگاری، القاء و هدایت استخوان زایی، تزریق پذیری در محل دیفکت، قالب پذیری، ترکیب پذیری گسترده با افزودنی های زیستی و بیولوژیک دیگر، تغییرپذیری خواص مکانیکی و شیمیایی، دردسترس پذیری، حداقل احتمال انتقال عفونت و بیماری، کاهش احتمال ایجاد زخم (چون فقط ناحیه خاص دیفکت مورد جراحی قرار می گیرد و تنها یک مرحله جراحی مورد نیاز است)، تولیدپذیری آسان و ... برخوردارند، کاربرد وسیعی در میان طیف جراحان پیدا کرده اند<sup>(۳۸)</sup>. در میان گروه مواد سرامیکی، کلسیم-فسفات ها دلیل شباهت ساختارشان به ساختار استخوان و خاصیت هدایت استخوانی بسیار مورد توجه قرار گرفته و از سال ۱۹۸۰ میلادی تاکنون در حال استفاده اند<sup>(۳۹)</sup>. آنها به لحاظ کاربرد، به دودسته تقسیم شده اند، آنهایی که براساس نام داشته و زمان کوتاه تری برای سفت شدن نیاز دارند و آنهایی که آپاتیت نام داشته و نیازمند زمان سفت شدن بیشتری می باشند، دلیل آن اینست که انواع براساسیت آب بیشتری را هنگام اختلاط به خود جذب می کنند درحالیکه آپاتیت یا خیلی کم آب جذب می کند یا اصلاً جذب آب ندارد. اگرچه کاربرد آنها برای بازسازی دیفکت های بزرگ فک بدلیل عدم دارا بودن ویژگی القای استخوانی<sup>۱</sup> محدود می باشد<sup>(۳۰)</sup>. سرامیک های کلسیم-فسفات نوع دیگری از مواد هستند که یا با تخلخل ها یا بدون تخلخل به شکل بلوک یا گرانوله می توانند مورد استفاده قرارگیرند. این سرامیکها عبارتند از هیدروکسی آپاتیت (HA)، تری کلسیم فسفات ( $\alpha$ -TCP و  $\beta$ -TCP)، کلسیم فسفات دوفازی (BCP) و کلسیم فسفات آمورف (ACP). در

1. Osteoinduction
2. Anti resorptive molecules
3. Reservoirs
4. Bioactive glass
5. Bone crest augmentation

دیفکت‌های کوچک فک و آلوئولار مورد استفاده قرار گرفته، فیبرین غنی از پلاسما (PRF) نام دارد که از پلاسمای خون خود فرد گرفته می‌شود. بدلیل خواص بازسازی استخوان، رگزایی و التیام زخم آن پذیرش چشمگیری بین جراحان پیدا کرده است (شکل ۲).



(ب)



(الف)



(ج)

شکل ۲: (الف) فرآوری لخته PRF از خون انسان (ب) جداسازی لخته فیبرین (ج) تزریق به دیفکت استخوانی فک بالا (۴۴، ۴۳).

در مطالعه‌ای که توسط لاهام و همکارانش صورت پذیرفت، مشخص گردید طی سه ماه پس از استفاده از PRF برای حفظ ساکت<sup>۸</sup>، تحلیل استخوان داخل و اطراف ساکت به حداقل رسیده است<sup>(۴۲)</sup>.

همچنین گنجاندن فاکتورهای رشد و افزودنی‌های زیست-فعال می‌تواند قابلیت حفظ ساکت و خاصیت بازسازی کننده استخوان آنرا افزایش دهد. در پژوهش دیگری که توسط سانتوز پیرا و همکارانش<sup>۹</sup> در خصوص بکارگیری PRF پیشرفته در جراحی استخوان فک انجام شد، گزارش شد این ماده توانسته پروفایل استخوان ریج فک را حفظ کرده، تراکم استخوان را افزایش داده و ترمیم بافت را پس از انجام عمل جراحی تقویت کند<sup>(۴۵)</sup>.

استخوان، بمنظور افزایش مقدار و کیفیت استخوان فک جهت قراردادن ایمپلنت است<sup>(۹)</sup>. دریک آنالیز بالینی که در سال ۲۰۲۲ به رهبری دانشکده دندانپزشکی توکیو ژاپن روی بازسازی استخوان ریج فک قبل از ایمپلنت انجام شد، ۲۸۸ بیمار طی ۳ الی ۶۰ ماه تحت نظر قرار گرفتند که در نهایت مشخص گردید ۲۶ مورد از ۲۷۴ مورد (۹/۵٪) عوارض منفی یا ایراداتی را در خصوص عملیات ترمیم استخوان تجربه کرده اند، درحالیکه اکثریت آنها (۹۳/۷٪) از موفقیت جراحی ایمپلنت و بازسازی استخوان اطراف آن بدون هیچ ایرادی راضی بوده اند<sup>(۱۴)</sup>. دریک کار مطالعاتی پژوهشی دیگر که بازم روی استخوان آلوئولار ریج ۱۰۸ بیمار انجام شد بعد از ایمپلنت فوری<sup>۱</sup> انجام شد، مشاهده گردید ۴۱٪ از ۳۰۸ بیماری که سابقاً تحت جراحی ایمپلنت قرار گرفته بودند، از سیمان‌های معدنی گاوی پروتئین-زدایی شده<sup>۲</sup> برای افزایش استخوان ریج<sup>۳</sup> بهره گرفته بودند<sup>(۳۸)</sup>.

## داربست‌های بیولوژیک مورد استفاده در بازسازی استخوان فک و آلوئولار

بازسازی بافت استخوان فک و پیرامون دندان بواسطه پیچیدگی آناتومیکی و تنوع بافت همواره چالش برانگیز محسوب می‌شده است. بطور کلی استخوان از ظرفیت خودترمیمی محدودی برخوردار است بهمین دلیل نیاز به بهره‌گیری از حجم‌های سه بعدی مواد زیستی جهت کمک به فرآیند بازسازی است. زیست-مواد مصنوعی فاقد ویژگی القای استخوان زایی (بعنوان یک عامل کلیدی جهت تشکیل استخوان جدید) هستند، لذا نیاز به مواد یا فاکتورهای تحریک استخوان زایی<sup>۴</sup> جهت این رویکرد است<sup>(۳۹)</sup>.

فاکتورهای رشد، سلول‌های استخوان زاء، استخوان اتوگرفت و عناصر درمانی از جمله موادی هستند که می‌توان آنها را با زیست-مواد مذکور در قالب یک داربست زیستی ترکیب و بازسازی بیولوژیکی استخوان فک و آلوئولار را تسریع کرد<sup>(۴۰)</sup>.

امروزه انواع مختلفی از انواع داربست‌های زیستی به همین منظور طراحی و عرضه می‌شوند که بصورت تلفیق با سلول و یا ترکیب مواد زیست-سازگار و زیست فعال باهم در دسترس قرار دارند. داربست‌های زیستی ساپورت مکانیکی لازم را فراهم و زمینه‌ای را ایجاد می‌کنند که سلولهای استئوبلاست و پروژنیاتور استخوانی<sup>۵</sup> بتوانند بچسبند، تکثیر شده و برای شکل‌گیری استخوان جدید تمایز<sup>۶</sup> پیدا کنند<sup>(۲۷، ۴۱)</sup>.

یکی از مواد طبیعی که بصورت موفقیت آمیز جهت پرکردن و ترمیم

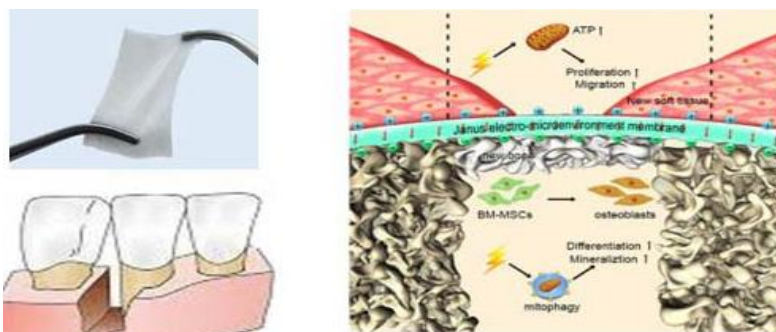
1. Immediate implant placement
2. Deproteinized bovine bone mineral
3. Ridge bone augmentation
4. Osteogenic materials
5. Osteoprogenitor cells
6. Differentiate
7. Platelet-rich fibrin
8. Socket Preservation
9. Santos Pereira

## بکارگیری تکنیک GBR برای بازسازی دیفکت های

## استخوان آلوئولار و پرپودنتال

صورت گرفت. با نتایج قابل قبولی که طی مطالعات بدست آمد، آزمون های بالینی برای استفاده از غشاء در بیماران نیازمند ایمپلنت درواختر سال ۱۹۸۸ میلادی انجام شد<sup>(۴۶،۴۸)</sup>. مطالعات پیوسته ای که توسط داهلین<sup>۸</sup> و همکارانش در سال ۲۰۰۴ روی نوعی غشاء جراحی انجام شد، نشان داد اگر یک غشاء سد کننده در تماس مستقیم با سطح استخوان پیرامونی قرار گرفته و یک فضای فیزیکی بسته را ایجاد کند، فقط سلولهایی که از بخش های مجاور یا بنیادی مغزاستخوان هستند بدون رشد و مهاجم سلولهای بافت نرم رقیب (که از بافت لثه و پیرامونی آن نشات می گیرند و دارای سرعت رشد و تکثیر بالاتری می باشند) اجازه پیدا خواهند کرد بداخل دیفکت استخوانی مهاجرت کنند<sup>(۴۹)</sup>. پس از انجام عمل GBR، بازسازی استخوان یکسری تحولات خاص را طی می کند. پس از گذشت ۲۴ ساعت از زمان پیوند استخوان، فضایی که توسط غشاء ممانعت کننده فراهم آمده با لخته خونی پر می شود که بدنبال آن فاکتورهای رشد (برگرفته از پلاکت ها یا PDGF<sup>۱۰</sup>ها) و سایتوکان ها (مثل IL-8) آزاد می شوند تا سلولهای نوتروفیل و ماکروفاژ جذب شوند. پس از آن لخته جذب شده و با بافت گرانوله جایگزین می شود که پر از شریان های خونی تازه شکل گرفته است. از طریق این شریان یا رگها، مواد مغذی و سلولهای بنیادی مزانشیمال که استخوان ساز<sup>۱۱</sup> می باشند منتقل شده و در شکل گیری استوئید<sup>۱۱</sup> شرکت می کنند. معدنی شدن استوئید<sup>۱۲</sup>، ساختار استخوان در هم تنیده را تشکیل می دهد که بعداً می تواند بصورت الگوی برای قرارگیری استخوان لایه ای عمل کند (شکل ۳). همه این اتفاقات طی یک دوره زمانی ۳ الی ۴ ماهه بوقوع می پیوندند<sup>(۴۶،۴۸،۵۰)</sup>. خصوصیات تعدادی از غشاء های تجاری در جدول ۲ آورده شده است..

بازسازی هدایت شده استخوان که به اختصار GBR نامیده می شود، یک روش جراحی دندانپزشکی است که برای افزایش حجم استخوان در بخش هایی که تحلیل یا کمبود استخوان اتفاق افتاده توسط بکارگیری نوعی غشاء بیولوژیک روی ناحیه نقص استخوان<sup>۱</sup> انجام می گیرد و اغلب در زمینه هایی مثل ایمپلنت دندان، ارتودنسی و دندان های مصنوعی کاربرد فراوان دارد<sup>(۴۶)</sup>. GBR نوعی روش جراحی است که از غشاء های سد کننده<sup>۲</sup> با یا بدون گرفت های استخوانی گرانوله بهره می گیرد<sup>(۴۷)</sup>. این روش اولین بار در سال ۱۹۵۹ میلادی توسط هارلی<sup>۳</sup> و همکارانش جهت درمان آزمایشی فیوژن ستون فقرات<sup>۴</sup> مورد استفاده قرار گرفت. در سال ۱۹۶۰ میلادی، یک تیم تحقیقاتی متشکل از بوین و بازت<sup>۵</sup> فیلترهای آزمایشگاهی سلولز استات (برند میلیپور<sup>۶</sup>) را بترتیب برای درمان نقص های کورتیکال در استخوان های بلند و برای بازسازی استخوان صورت بکار بردند. دلیل استفاده آنها از فیلتر فوق، ایجاد محیطی برای استخوان زایی از طریق ممانعت از ورود سلولهای بافت کانکتیو تیشو بداخل نقص های استخوانی بود<sup>(۴۸)</sup>؛ اما مطالعات بالینی این تکنیک برای بکارگیری غشاء تا قبل از اوایل سال ۱۹۸۰ میلادی شناخته نشده بود، زمانی که تیم تحقیقاتی نایمن و کارینگ<sup>۷</sup> غشاء های ممانعت کننده را در مطالعات آزمایشگاهی و بالینی برای بازسازی بافت های پرپودنتال بکار گرفتند. چندسال بعد، مطالعات آزمایشگاهی کاربرد غشاء برای بازسازی استخوان



شکل ۳: نمایش بکارگیری غشاء سد کننده در بازسازی دیفکت استخوان و نمایش نقش بیولوژیک آن در تمایز و تکثیر سلولهای استخوان ساز<sup>(۵۱)</sup>

1. Bone defect
2. Barrier membranes
3. Hurley et al.
4. Spinal fusion
5. Boyne & Basset
6. Millipore
7. Nyman & Karring
8. Dahline
9. Platelet Derived Growth Factor
10. Osteogenic
11. Osteoid
12. Osteoid mineralization

جدول ۲: ویژگی‌های فیزیکی و ساختاری تعدادی از غشاء‌های سدکننده تجاری (۵۰،۵۲،۵۳)

ردیف	نوع غشاء	برند تجاری	شرکت تولیدکننده	ماده تشکیل دهنده	کاربرد	ضخامت غشاء ( $\mu\text{m}$ )	مدت پایداری بدون تخریب	مدت زمان جذب زیستی
۱	غیرقابل جذب	Cytoplast TXT 200	Oseogenics Biomedical Co. (USA)	PTFE	GBR	۲۰۰-۳۰۰	نامحدود	غیرقابل جذب
۲	غیرقابل جذب	Surgitime	Bioinnovation Co. (Brazil)	PTFE	GTR	۲۵۰	نامحدود	
۳	قابل جذب	Bio-Gide	Geistlich Biomaterials Co. (Switzerland)	کلاژن خوکی	GTR/GBR	۷۳۰		۴-۶ هفته
۴	قابل جذب	Botiss-Jason	Botiss Biomaterials Co. (Germany)	کلاژن کراس لینک شده	GTR/GBR	۲۰۰	۱۲ هفته	۱۲-۲۸ هفته
۵	قابل جذب	Regen allograft	فرآورده بافت ایرانیان (Iran)	کلاژن جسد انسان	GTR	۳۰۰-۱۸۰۰		
۶	قابل جذب	Guidor	Sunstar Americas (USA)	PLA	GBR	۶۰۰-۷۵۰	۴-۶ هفته	۶-۸ هفته
۷	قابل جذب	Tisseos	Biomedical Tisseos (France)	PLGA	GBR	۶۵۰	۸ هفته	۱۶-۲۴ هفته

کنترل قرارداد. آنها را می‌توان بصورت ژل یا هیدژل درآورده و درمحل دیفکت تریق نمود، همچنین بصورت پودری قابل سنتز بوده که می‌توان آنها را قالب-ریزی کرد<sup>(۲۶)</sup>. برخلاف اتوگرفت‌ها، آلوگرفت‌ها و زونوگرفت‌ها که معمولاً با محدودیت تامین مواجه اند، زیست-مواد مصنوعی از در دسترس پذیری بالا برخوردار بوده و به راحتی در مقیاس فراوان قابل تولید هستند<sup>(۵۵)</sup>. در زمینه دندانپزشکی، کاربرد زیست مواد مصنوعی یا سنتتیک در چند پرسیجر جراحی رایج شده است که عبارتند از: سینوس-لیفت مگزایلا، بازسازی دیفکت‌های پریدنتال و آگمنتاسیون استخوان کرس<sup>(۲۶،۵۵)</sup>.

### روشهای سنتز و ساخت داربست‌های زیست-مواد

#### مصنوعی

روشهایی که برای ساخت داربست‌ها یا ساختارهای زیست-مواد بکارگرفته می‌شوند باید قابلیت ایجاد ساختارهایی متخلخل با اندازه تخلخل بیش از  $100 \mu\text{m}$  را داشته باشند تا شرایط مهاجرت سلولهای استخوانی و شروع فرآیند رگزایی فراهم شود. این داربست همچون ساختاربافت استخوان عمل کرده و نتایج بازسازی استخوان را به طرز چشمگیری ارتقاء خواهد داد<sup>(۵۶،۵۷)</sup>. ضمناً امکان تلفیق مولکولها و

### ویژگی‌های منحصر بفرد زیست-مواد مصنوعی و

#### چالشها نسبت به آلوگرفت‌های رایج

زیست-مواد مصنوعی و داربست‌های بیولوژیک حاصل از آنها از مزیت‌های نسبی قابل توجهی درمقایسه با مواد آلوگرفت برخوردارند. آنها بطور معمول از خاصیت القای استخوانی و هدایت استخوانی بالایی برخوردارند درحالیکه آلوگرفت‌ها غالباً ویژگی هدایت استخوانی را از خود نشان داده‌اند. خاصیت القای استخوانی از طریق فاکتورهای رشد، سلولهای بنیادی، سلولهای پروژنیاتور و سایتوکان‌ها که در داربست‌های بیولوژیک مصنوعی گنجانده می‌شوند، ایجاد و تقویت می‌گردد. ترمیم استخوان‌های شکسته در بازه زمانی مطلوب و ابستگی فراوانی به القاء استخوانی دارد بهمین دلیل کاربرد داربست‌های متشکل از زیست-مواد مصنوعی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. مزیت دیگر آنها حداقل احتمال انتقال و سرایت عفونت و بیماری نسبت به آلوگرفت‌هاست<sup>(۹،۵۴)</sup>. از پرسیجر جراحی کمترتهاجمی برخوردارند و بروز زخم کاهش می‌یابد. ضمناً براحتی با تغییرات اجزاء تشکیل دهنده و بکمک فرآیندهای شیمیایی می‌توان استحکام مکانیکی، شکل فیزیکی و واکنش پذیری آنها را تحت

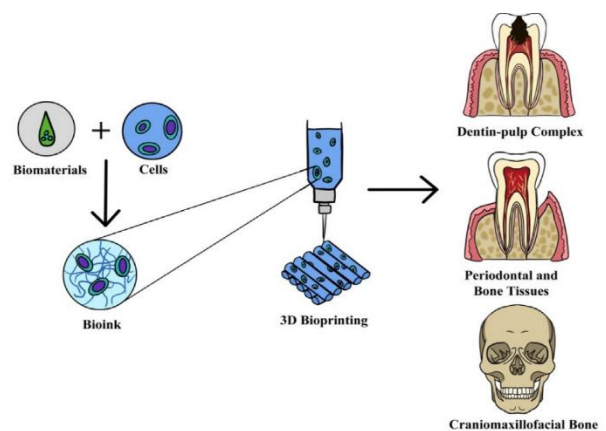
که منجر به انجماد حلال آلی داخل آن می‌گردد، سپس با فرآیند انجمادزدایی (خشکایش) این حلال از ساختار خارج و بجای آن تخلخل‌هایی برجای می‌ماند. دما تأثیرمستقیم روی اندازه و توزیع تخلخل‌های داخل داربست خواهد داشت. در نهایت ساختاری متخلخل تشکیل می‌گردد که تخلخل‌های آن از داخل بهم پیوسته‌اند. داربست تولیدشده با این روش از استحکام مکانیکی کافی برخوردار نیست که نیاز به انجام فرآیندهای اصلاحی جهت بهبود این خاصیت خواهد داشت<sup>(۶۱)</sup>.

### ترکیبات داربست‌های زیستی

داربست‌های زیستی رایج در حوزه بازسازی دیفکت‌های فک و آلوئولار غالباً برپایه ترکیبات سیمان‌ها و سرامیک‌های کلسیم-فسفاتی تهیه می‌شوند اما دسته دیگری از آنها توسعه یافته‌اند که برپایه پلیمرهای زیست‌سازگار و زیست‌تخریب‌پذیر استوارند<sup>(۶۲)</sup>. سیمان‌های کلسیم فسفات که بدنبال ترکیب با آب بصورت خمیر درآمده و قابل استفاده‌اند، انواع مختلفی دارند که درصد اجزای تشکیل‌دهنده و دمای واکنش، تعیین‌کننده نوع و خواص ترکیب خواهد بود. بعنوان مثال با نسبت کلسیم به فسفات  $1/3$  ( $Ca/P=1.3$ ) در محدوده دمایی ۹۰۰ الی ۱۱۰ درجه سانتیگراد ترکیب بتاتری کلسیم فسفات یا  $\beta$ -TCP با فرمول  $Ca_3(PO_4)_2$  تشکیل خواهد شد درحالیکه اگر نسبت کلسیم به فسفات  $1/5$  باشد در دمای بالاتر از ۱۱۲۵ درجه سانتیگراد طی یک تحول فازی تتراکلسیم فسفات (TTCP) یا  $\alpha$ -TCP با فرمول شیمیایی  $\alpha$ - $Ca_3(PO_4)_2$  تشکیل خواهد شد<sup>(۶۳،۶۴)</sup>. هردو ماده فوق دارای کاربرد فراوان در بازسازی دیفکت‌های استخوان آلوئولار و فک هستند،  $\alpha$ -TCP از انرژی ویژه و واکنش‌پذیری بیشتری در محلول‌های آبی نسبت به  $\beta$ -TCP برخوردار است و محصول آپاتیت را بدست می‌دهد، از سوی دیگر  $\beta$ -TCP ترکیب بسیار پایدارتری بوده و دربرگیرنده محصولی بنام برایشیت با فرمول  $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$  است<sup>(۶۳،۶۵)</sup>. برایشیت در مقایسه با آپاتیت آب بیشتری را در مخلوط جذب می‌کند و زمان گیرش و سفت شدن آن سریعتر از آپاتیت اتفاق می‌افتد بهمین دلیل در کاربردهای بالینی، زمان گیرش سیمان‌های کلسیم فسفات برپایه برایشیت افزایش و برای آپاتیتی‌ها کاهش داده می‌شود تا سفت شدن ماده تحت کنترل قرارگیرد<sup>(۶۶)</sup>. هیدروکسی آپاتیت (HA) که از آپاتیت تشکیل می‌گردد  $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$  یکی از پرکاربردترین ترکیبات کلسیم فسفات بدلیل شباهت و نزدیکی بسیار آن به بخش مینرالی استخوان بدن دارد. طبق گزارشات بالینی، خاصیت هدایت استخوان‌زایی آن بدون ایجاد التهاب،

فاکتورهای استخوان‌زا نظیر پروتئین مورفوژنیک استخوانی ۲ (BMP-2)<sup>۱</sup>، فاکتور رشد فیبروبلاست ۲ (FGF-2)<sup>۲</sup>، فاکتور رشد انسولین (IGF)<sup>۳</sup> و فاکتور رشد برگرفته از پلاکت BB (PDGF-BB) که نقش اساسی در فرآیند بازسازی استخوان را دارا می‌باشند بکمک آنها وجود خواهد داشت<sup>(۵۸)</sup>. طی دهه گذشته تکنیک‌های انجماد-خشکایش<sup>۴</sup> که معمولاً با الکتروریسی<sup>۵</sup> همراه است، چاپ سه بعدی زیستی<sup>۶</sup> و زدایش ذرات از طریق شستشو<sup>۷</sup> محبوبیت فراوانی پیدا کرده‌اند که روش‌های چاپ سه بعدی و انجماد-خشکایش کاربرد تجاری بیشتری پیدا کرده‌اند<sup>(۵۶،۵۷،۵۸)</sup>.

روش چاپ سه بعدی که با عنوان ساخت افزایشی هم شناخته شده بطور گسترده‌ای در مهندسی بافت استخوان مورد استفاده قرار گرفته است. این روش سریع و دقیق بوده، تکرارپذیری تولید دارد و پارامترهای آن قابل کنترل است. اشکال و احجام پیچیده دیفکت‌های استخوانی حتی بصورت متخلخل براحتی از طریق یک سیستم طراحی نرم افزاری که به دستگاه چاپگر متصل است طراحی و بصورت لایه به لایه ساخته می‌شود. همچنین امکان افزودن فاکتورهای رشد، مولکول‌های تحریک استخوان‌زایی و سلول‌های بنیادی نیز از طریق این تکنیک وجود خواهد داشت (شکل ۴). همچنین پلیمرهای زیست-سازگار با درجه ذوب پائین مثل PLA، PLGA، PCL و ... نیز توسط این روش بصورت متخلخل قابل چاپ می‌باشند<sup>(۵۹)</sup>.



شکل ۴: شماتیک بکارگیری سلول‌ها و زیست‌مواد در روش چاپ سه بعدی در قالب جوهرزیستی برای بازسازی بافت‌های استخوان اطراف دندان، جمجمه و فک و صورت<sup>(۶۰)</sup>.

انجماد-خشکایش روشی دیگر برای تولید داربست‌های پلیمری و سرامیکی بسیار متخلخل است که طی آن محلول پلیمری منجمد شده

1. Bone morphogenic protein-2
2. Fibroblast growth factor-2
3. Insulin growth factor
4. Freeze-Drying
5. Electrospinning
6. 3D bioprinting
7. Particulate leaching

کنند که از طریق هریک از مواد تشکیل دهنده بتنهایی امکانپذیر نیست<sup>(۹،۲۶)</sup>.

ترکیب انواع مختلف سرامیکها و سیمان های کلسیم فسفاتی بصورت کاملاً تجاری پذیرفته شده و هیدروکسی آپاتیت با بسیاری از پلیمرهای طبیعی و مصنوعی، سلولها و فاکتورهای رشد قابل ترکیب می شود تا ساختار طبیعی استخوان هرچه بیشتر شبیه سازی شده و شرایط تشکیل استخوان و بازسازی بافت از طریق افزایش خواص القاء و هدایت استخوان زایی افزایش پیدا کند<sup>(۷۳)</sup>.

بعنوان مثال، شرکت‌های تجاری اقدام به تولید موادی دوفازی کرده اند که همزمان حاوی HA و TCP-β با درصدهای مختلف بوده و برای کاربردهای ویژه توسعه یافته اند، مانند محصول TM crystal EasyGraft که از HA%60 و TCPβ 40% تشکیل یافته است. اینکار برای بهره گیری همزمان از خواص پایداری HA و انحلال پذیری β-TCP به صورت یکجا اتخاذ می شود که در پرسیدرهای پری اپیکال دندانپزشکی کاربرد ویژه دارد<sup>(۹،۲۴)</sup>.

کلاژن نیز که بدلیل نقش مهم آن در مینرال زایی یا معدنی سازی زمینه استخوان نقش ویژه دارد در ترکیب با کلسیم فسفات ها نتایج استخوان زایی قابل توجهی ارائه کرده است نظیر محصول TM Integra Mozaik که حاوی 80% TCPβ و 20% کلاژن نوع ۱ است<sup>(۹،۷۵)</sup>.

در دسته مواد پلیمری، ترکیب پلیمرهای طبیعی و مصنوعی برای بهره گیری همزمان از خواص مکانیکی و بیولوژیک هرکدام کاربردهای ویژه خود را دارد مانند Fisiograft<sup>®</sup> که شامل هیالورونیک اسید و پلیمر تخریب پذیر PEG می باشد<sup>(۹)</sup>. امروزه مواد هیدروژل که بدلیل ماهیت جذب مایع و ساختار سه بعدی شان مورد توجه ویژه قرار گرفته اند محیط مناسبی برای وارد کردن سلولهای استخوانی و فاکتورهای رشد بوده و براحتی امکان تزریق به دیفکت های پیچیده استخوان فک را خواهند داشت<sup>(۷۶)</sup>. تلاشها برای اصلاح و بهبود خواص مکانیکی، رئولوژیکی، بیولوژیکی و سهولت کارپذیری روی کامپوزیت های زیست مواد همچنان ادامه دارد و بسیاری از آنها که ترکیب مواد سرامیکی با مواد پلیمری و سلولها و فاکتورهای استخوان را هستند برای تجاری شدن درصاف مطالعات و آزمایشات بالینی انسانی قرار گرفته اند<sup>(۷۷)</sup>.

### چشم انداز و چالش های پیش رو

تقاضای رو به رشد برای ارائه راهکارهای بازسازی استخوان فک و آلونولار همزمان با پیشرفت روشها و ابزارهای جراحی، نیاز به گرفت ها و زیست-موادی که بتوانند شکل گیری استخوان جدید را تسهیل و تسریع کنند بیش از پیش کلیدی جلوه داده است. تلاش برای بهینه سازی روشهای فرآوری آلوگرفت ها و زونوگرفت ها در جهت به صفر رساندن احتمال انتقال عفونت و بیماری مدام در حال توسعه است. زیست-مواد مصنوعی بدلیل کارپذیری، تکرارپذیری تولید، تزریق پذیری، خودسفت شوندگی و قابلیت تغییر خواص مکانیکی و شیمیایی شان مرتباً تحت پژوهش و مطالعات

سمیت سلولی و تحریک سیستم ایمنی نتایج بسیار خوبی را ارائه کرده است<sup>(۴۷)</sup>. نانوذرات هیدروکسی آپاتیت با اندازه ذره کمتر از ۱۰۰ نانومتر شباهت عملکردی بسیار نزدیک تری با ذرات مینرالی موجود در ساختار بافت استخوان نشان داده اند زیرا فعالیت سطحی بیشتری بین ذرات بسیار ریز شکل خواهد گرفت<sup>(۶۸)</sup>.

سرامیک های کلسیم فسفاتی دسته دیگر زیست-مواد هستند که مانند سیمان ها بصورت خمیر در نمی آیند و بصورت گرانول یا بلوک با تخلخل و بدون تخلخل فرآوری می شوند. آنها از ترکیبات هیدروکسی آپاتیت (HA)، تری کلسیم فسفات (α-TCP و β-TCP)، کلسیم فسفات دوفازی (BCP) که از ترکیب HA و تری کلسیم فسفات بدست می آید، کلسیم فسفات آمورف (ACP) و ... تشکیل می شوند<sup>(۶۹)</sup>.

پلیمرهای طبیعی و مصنوعی زیست سازگار و زیست تخریب پذیر گروه دیگری از زیست مواد هستند که در انبوه تحقیقات جهت ساخت داربست های بیولوژیک مورد استفاده قرار می گیرند. از پلیمرهای طبیعی می توان به آلژینات، کیتوسان ژلاتین، کلاژن، گلوکوزامین گلیکان، هیالورونیک اسید و ... نام برد که دارای خواص بیوشیمیایی و ساختاری مشابه زمینه ارگانیک استخوان طبیعی می باشند. ویژگی مهم این پلیمرهای طبیعی سهولت تشکیل بصورت هیدروژل است که علاوه بر قابلیت جذب مایعات فراوان می توان آنها را به داخل دیفکت ها تزریق کرد. مهمترین پلیمرهای مصنوعی زیست-سازگار که ویژگی تخریب طی فرآیند هیدرولیز یا آنزیمی در داخل بدن را دارند عبارتند از پلی لاکتیک اسید (PLA)، پلی گلایکولیک اسید (PGA)، پلی لاکتیک کوگلایکولیک اسید (PLGA)، پلی اتیلن گلایکول (PEG)، پلی کپرولاکتون (PCL) و پلی اورتان (PU)<sup>(۷۰)</sup>.

طبق گزارش تحقیقات، PLA و PLGA بیشترین جذابیت را در ساخت داربست های بازسازی استخوان داشته اند. مزیت پلیمرهای مصنوعی زیست تخریب پذیر مقرون بصره بودن آنها، پایداری فیزیکی، حداقل تحریک سیستم ایمنی بدن و نرخ تخریب قابل کنترل شان است<sup>(۷۰،۷۱)</sup>. کاربرد پلیمرهای زیست تخریب پذیر در ساخت غشاء های GBR بسیار مورد توجه قرار گرفته و امروزه انواع مختلفی از اینگونه غشاء های بیولوژیک بصورت تجاری تولید و در بازسازی استخوان های ریح فک جهت آگمنتاسیون، سینوس-لیفت، جراحی های فلپ و ... مورد استفاده قرار می گیرند. در عین حال نقایص و محدودیت هایی در مورد آنها وجود دارد که همچنان محققان در حال کار روی آنها جهت بهینه سازی خواص مکانیکی، شیمیایی و بیولوژیکی شان می باشند<sup>(۴۸،۵۰،۷۲)</sup>.

### کامپوزیت های زیست مواد با خواص بهبود یافته

زیست مواد سرامیکی و پلیمری همانطور که هریک دارای مزیت هایی برای کاربرد در ساخت داربست های زیستی هستند، از محدودیت هایی نیز در این حوزه برخوردارند. بهمین دلیل محققان تلاش می کنند تا از طریق کامپوزیت کردن زیست مواد متنوع، خواص بی نظیری را فراهم

- systematic review and future perspectives. *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery*. 2022;44(1):24. <https://doi.org/10.1186/s40902-022-00349-3>
- 12 Seibert JS, Salama H. Alveolar ridge preservation and Regeneration. *Periodontology* 2000. 1996;11(1):69-84. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0757.1996.tb00185.x>
- 13 Urban IA, Montero E, Amerio E, Palombo D, Monje A. Techniques on vertical ridge augmentation: Indications and effectiveness. *Periodontology* 2000. 2023;93(1):153-182. <https://doi.org/10.1111/prd.12471>
- 14 Chan M. Bone-Grafting Techniques and Biomaterials for Alveolar Ridge Augmentation. *Oral and Maxillofacial Surgery, Medicine, and Pathology for the Clinician*. 2023:45-83. <https://doi.org/10.1002/9781119362579.ch6>
- 15 Alshamrani AM, Mubarki M, Alsager AS, Alsharif HK, AlHumaidan SA, Al-Omar A. Maxillary Sinus Lift Procedures: An Overview of Current Techniques, Presurgical Evaluation, and Complications. *Cureus*. 2023;15(11):1-10. <https://doi.org/10.7759/cureus.49553>
- 16 Buser D, Urban I, Monje A, Kunrath MF, Dahlin C. Guided bone regeneration in implant dentistry: Basic principle, progress over 35 years, and recent research activities. *Periodontology* 2000. 2023;93(1):9-25. <https://doi.org/10.1111/prd.12539>
- 17 Miron RJ. Optimized bone grafting. *Periodontology* 2000. 2024;94(1):143-160. <https://doi.org/10.1111/prd.12517>
- 18 Navarrete KC, Velasteguí EH, Guevara CM. Comparison of the effectiveness and safety between autologous bone grafts and xenografts for the treatment of alveolar bone defects: Overview of systematic reviews using FRISBEE methodology. *Journal of Oral Research*. 2022;11(6):4. doi:10.17126/joralres.2022.067
- 19 Abellán Íñiguez D. Ridge preservation in molar extraction sites comparing xenograft versus mineralized freeze-dried bone allograft: a randomized clinical trial. 2022;33(5):511-523 <https://doi.org/10.1111/clr.13911>
- 20 Zampara E, Alshammari M, De Bortoli J, Mullings O, Gkisakis IG, Benalcázar Jalkh EB, Tovar N, Coelho PG, Witek L. A histologic and histomorphometric evaluation of an allograft, xenograft, and alloplast graft for alveolar ridge preservation in humans: a randomized controlled clinical trial. *Journal of Oral Implantology*. 2022;48(6):541-549. <https://doi.org/10.1563/aaaid-joi-D-21-00012>
- 21 Wickramasinghe ML, Dias GJ, Premadasa KM. A novel classification of bone graft materials. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*. 2022;110(7):1724-1749. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.35029>
- 22 Botiss technical team. Cerabone. 2023. Available from: <https://botiss.com/product/Cerabone>
- 23 Zimvie technical team. Cerabone. 2023. Available from: <https://zimvie.com/en/dental/biomaterial-solutions/bone-graft-materials/puros-block-allograft-na.html>
- 24 Mtfbiologics technical team . DBX Putty. 2024. available from: <https://www.mtfbiologics.org/ourproducts/detail/dbx-putty#:~:text=Tissue%20represented%20by%20DePuy%20Synthes,stab%20of%20the%20bone%20structure.>
- 25 Namanloo R.A., Ommani M., Abbasi K., Alam M., Badkoobeh A., Rahbar M., Arasteh H.K., Hajmohammadi E., Soufdoost R.S., Mosaddad S.A., Biomaterials in guided bone and tissue regenerations: an update, *Adv. Mater. Sci. Eng.* 2022;2022:1-14. <https://doi.org/10.1155/2022/2489399>

گسترده قراردارند تا بهترین خاصیت بیولوژیک برای تحریک و رشد استخوان زایی را فراهم آورند. با توجه به موفقیت بالای زونوگرفت ها در بازسازی استخوان، انتظار می رود در آینده از طریق تلفیق آن با زیست مواد و مولکولهای بیولوژیک جدید و کارآمدتر بتوان شاهد توسعه بیشتر آن در حوزه بازسازی استخوان فک و آلوئولار بود. رویکرد سالهای آتی درخصوص توسعه زیست-مواد مصنوعی، ارتقاء قابلیت آنها برای بازسازی دیفکت های بزرگتر از ۵ میلی متر خواهد بود که نیازمند مواد یا ترکیباتی با استحکام مکانیکی بسیار بالاتر است<sup>(۷۸)</sup>.

## منابع

- 1 S. Ramalingam, C. Sundar, J.A. Jansen, H. Alghamdi, Alveolar bone science: Structural characteristics and pathological changes, *Dent. Implant. Bone Grafts*, Elsevier, 2020: 1–22. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102478-2.00001-5>
- 2 A.Ramaki, M.A.Ebrahim kheil, H.A.Ehsan, Studying the causes of bone loss around dental implants, *Medical Science Magazine*.2024;33-56. <https://doi.org/10.58342/ghalibMj.V.1.1.1.5>
- 3 Y.N. Alawaji, A. Alshammari, N. Mostafa, R.M. Carvalho, J. Aleksejuniene, Periodontal disease prevalence, extent, and risk associations in untreated individuals, *Clin. Exp. Dent. Res.* (2022); 8(1): 380–394. <https://doi.org/10.1002/cre2.526>
- 4 T. Li, X. Zeng, S. Zou, Y. Xu, P. Duan, Recent advances in horizontal alveolar bone regeneration, *Biomed. Mater.* 2023;18: 52004. <https://doi.org/10.1088/1748-605X/acd672>.
- 5 M. Galli, Y. Yao, W. V Giannobile, H.-L. Wang, Current and future trends in periodontal tissue engineering and bone regeneration, *Plast. Aesthetic Res.* 2021;8(3): 1-29. <https://doi.org/10.20517/2F2347-9264.2020.176>
- 6 K.A. Saidolimovich, classification of acquired lower jaw defects, *Web Med. J. Med. Pract. Nurs.* 2023;1: 12–18. <https://webofjournals.com/index.php/5/article/view/65>
- 7 Inchingolo AM, Patano A, Di Pede C, Inchingolo AD, Palmieri G, de Ruvo E, Campanelli M, Buongiorno S, Carpentiere V, Piras F, Settanni V. Autologous Tooth Graft: Innovative Biomaterial for Bone Regeneration. *Tooth Transformer® and the Role of Microbiota in Regenerative Dentistry. A Systematic Review. Journal of Functional Biomaterials*. 2023;14(3):132. <https://doi.org/10.3390/jfb14030132>
- 8 Attar BM, Naghdi N, Sh ME, Mehdizadeh M. Chin symphysis bone, allograft, and platelet-rich fibrin: is the combination effective in repair of alveolar cleft?. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2017;75(5):1026-1035. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2016.12.026>
- 9 M.P. Ferraz, Bone grafts in dental medicine: an overview of autografts, allografts and synthetic materials, *Materials (Basel)*.2023;16(11):4117. <https://doi.org/10.3390/ma16114117>
- 10 Markus.S, Bone Augmentation.2023. Available from: <http://zahnarzt-team-luzern.ch>.
- 11 Di Stefano DA, Orlando F, Ottobelli M, Fiori D, Garagiola U. A comparison between anorganic bone and collagen-preserving bone xenografts for alveolar ridge preservation:

- 26 Girón J, Kerstner E, Medeiros T, Oliveira L, Machado GM, Malfatti CF, Pranke P. Biomaterials for bone regeneration: An orthopedic and dentistry overview. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 2021;54:e11055. <https://doi.org/10.1590/1414-431X2021e11055>
- 27 Al Maruf DA, Parthasarathi K, Cheng K, Mukherjee P, McKenzie DR, Crook JM, Wallace GG, Clark JR. Current and future perspectives on biomaterials for segmental mandibular defect repair. *International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials*. 2023;72(9):725-737. <https://doi.org/10.1080/00914037.2022.2052729>
- 28 Wang Y, Zhang H, Hu Y, Jing Y, Geng Z, Su J. Bone repair biomaterials: a perspective from immunomodulation. *Advanced Functional Materials*. 2022;32(51):2208639. <https://doi.org/10.1002/adfm.202208639>
- 29 Cuylear DL, Elghazali NA, Kapila SD, Desai TA. Calcium phosphate delivery systems for regeneration and biomineralization of mineralized tissues of the craniofacial complex. *Molecular Pharmaceutics*. 2023;20(2):810-828. <https://doi.org/10.1021/acs.molpharmaceut.2c00652>
- 30 Mishchenko O, Yanovska A, Kosinov O, Maksymov D, Moskalenko R, Ramanavicius A, Pogorielov M. Synthetic calcium-phosphate materials for bone grafting. *Polymers*. 2023;15(18):3822. <https://doi.org/10.3390/polym15183822>
- 31 Díaz-Cuenca A, Rabadjieva D, Sezanova K, Gergulova R, Ilieva R, Tepavitcharova S. Biocompatible calcium phosphate-based ceramics and composites. *Materials Today: Proceedings*. 2022;61:1217-1225. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.01.329>
- 32 Vezenkova A, Locs J. Sudoku of porous, injectable calcium phosphate cements—Path to osteoinductivity. *Bioactive Materials*. 2022;17:109-124. <https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2022.01.001>
- 33 Xu C, Sun Y, Jansen J, Li M, Wei L, Wu Y, Liu Y. Calcium phosphate ceramics and synergistic bioactive agents for osteogenesis in implant dentistry. *Tissue Engineering Part C: Methods*. 2023;29(5):197-215. <https://doi.org/10.1089/ten.tec.2023.0042>
- 34 Straumann technical team. Straumann Bonceramic. 2023. Available from :<https://www.straumann.com/ca/en/dental-professionals/products-and-solutions/biomaterials/bone-substitutes/bonceramic.html>.
- 35 Nicholson JW. Periodontal Therapy using Bioactive glasses: a review. *Prosthesis*. 2022;4(4):648-663. <https://doi.org/10.3390/prosthesis4040052>
- 36 Sohrabi M, Hesaraki S, Kazemzadeh A, Alizadeh M. The influence of sol-gel processing method on physical properties and acellular in vitro reactivity of bioactive glasses based on CaO-SiO<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: acidic catalysed single step process versus acid-base two step quick-gelling method. *Journal of Advanced Materials and Technologies*. 2013 Nov 22;2(3):31-6. <https://doi.org/10.30501/jamt.2011.70221>
- 37 Vasa Dentistry Limited. Novabone Perioglas. 2016. Available from: <https://www.dentalkart.com/novabone-perioglas-1.html>.
- 38 Rokaya D, Singh AK, Sanohkan S, Nayar S. Advanced polymers for craniomaxillofacial Regeneration. In *Specialty Polymers* 2023:397-409. <http://dx.doi.org/10.1201/9781003278269-26>
- 39 Lin Y, Li G, Xu T, Zhou X, Luo F. The efficacy of alveolar ridge split on implants: a systematic review and meta-analysis. *BMC oral health*. 2023;23(1):894. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03643-2>
- 40 Shakya A, Li Y, Chang NW, Liu X. Supra-Alveolar Bone Regeneration: Progress, Challenges, and Future Perspectives. *Composites Part B: Engineering*. 2024;283:111673. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2024.111673>
- 41 He B, Zhang M, Yin L, Quan Z, Ou Y, Huang W. bFGF-incorporated composite biomaterial for bone regeneration. *Materials&Design*. 2022;215:110469. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2022.110469>
- 42 Kalsi S, Singh J, Sehgal SS, Sharma NK. Biomaterials for tissue engineered bone Scaffolds: A review. *Materials Today: Proceedings*. 2023;81:888-93. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.04.273>
- 43 Liu M, Liu Y, Luo F. The role and mechanism of platelet-rich fibrin in alveolar bone regeneration. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2023;168:115795. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2023.115795>
- 44 Lahham C, Ta'a MA, Lahham E, Michael S, Zarif W. The effect of recurrent application of concentrated platelet-rich fibrin inside the extraction socket on the hard and soft tissues. a randomized controlled trial. *BMC Oral Health*. 2023;23(1):677. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03400-5>
- 45 Platelet-rich fibrin may reduce the risk of delayed recovery in tooth-extracted patients undergoing oral bisphosphonate therapy: a trial study. 2017;21:2165-2172 <https://doi.org/10.1007/s00784-016-2004-z>
- 46 Pereira VB, da Silva Barbirato D, do Lago CA, do Egito Vasconcelos BC. The effect of advanced platelet-rich fibrin in tissue regeneration in reconstructive and graft surgery: Systematic review. *Journal of Craniofacial Surgery*. 2023;34(4):1217-1221. <https://doi.org/10.1097/SCS.00000000000009328>
- 47 Laubach M, Hildebrand F, Suresh S, Wagels M, Kobbe P, Gilbert F, Kneser U, Holzapfel BM, Hutmacher DW. The concept of scaffold-guided bone regeneration for the treatment of long bone defects: current clinical application and future perspective. *Journal of Functional Biomaterials*. 2023;14(7):341. <https://doi.org/10.3390/jfb14070341>
- 48 Yang Z, Wu C, Shi H, Luo X, Sun H, Wang Q, Zhang D. Advances in barrier membranes for guided bone regeneration techniques. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*. 2022; 10:921576. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.921576>
- 49 Alqahtani AM. Guided tissue and bone regeneration membranes: a review of biomaterials and techniques for periodontal treatments. *Polymers*. 2023;15(16):3355. <https://doi.org/10.3390/polym15163355>
- 50 Alauddin MS, Abdul Hayei NA, Sabarudin MA, Mat Baharin NH. Barrier membrane in regenerative therapy: a narrative review. *Membranes*. 2022;12(5):444. <https://doi.org/10.3390/membranes12050444>
- 51 Solomon SM, Sufaru IG, Teslaru S, Ghiciuc CM, Stafie CS. Finding the perfect membrane: Current knowledge on barrier membranes in regenerative procedures: A descriptive review. *Applied Sciences*. 2022;12(3):1042. <https://doi.org/10.3390/app12031042>
- 52 Lai C, Cheng M, Ning C, He Y, Zhou Z, Yin Z, Zhu P, Xu Y, Yu P, Xu S. Janus electro-microenvironment membrane with surface-selective osteogenesis/gingival healing ability for guided bone regeneration. *Materials Today Bio*. 2022;17:100491. <https://doi.org/10.1016/j.mtbio.2022.100491>
- 53 Yang Z, Wu C, Shi H, Luo X, Sun H, Wang Q, Zhang D. Advances in barrier membranes for guided bone regeneration

- techniques. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*. 2022;10:921576. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.921576>
- 54 Mizraji G, Davidzohn A, Gursoy M, Gursoy UK, Shapira L, Wilensky A. Membrane barriers for guided bone regeneration: An overview of available biomaterials. *Periodontology* 2000.2023;93(1):56-76. <https://doi.org/10.1111/prd.12502>
- 55 Gugliandolo A, Fonticoli L, Trubiani O, Rajan TS, Marconi GD, Bramanti P, Mazzon E, Pizzicannella J, Diomedea F. Oral bone tissue regeneration: mesenchymal stem cells, secretome, and biomaterials. *International journal of molecular sciences*. 2021;22(10):5236. <https://doi.org/10.3390/ijms22105236>
- 56 Tomas M, Čandrić M, Juzbašić M, Ivanišević Z, Matijević N, Včev A, Cvijanović Pelozo O, Matijević M, Perić Kačarević Ž. Synthetic injectable biomaterials for alveolar bone regeneration in animal and human studies. *Materials*. 2021;14(11):2858. <https://doi.org/10.3390/ma14112858>
- 57 Bhushan S, Singh S, Maiti TK, Sharma C, Dutt D, Sharma S, Li C, Tag Eldin EM. Scaffold fabrication techniques of biomaterials for bone tissue engineering: a critical review. *Bioengineering*.2022;9(12):728. <https://doi.org/10.3390/bioengineering9120728>
- 58 Collins MN, Ren G, Young K, Pina S, Reis RL, Oliveira JM. Scaffold fabrication technologies and structure/function properties in bone tissue engineering. *Advanced functional materials*.2021;31(21):2010609. <https://doi.org/10.1002/adfm.202010609>
- 59 Ravoor J, Thangavel M, Elsen S R. Comprehensive review on design and manufacturing of bio-scaffolds for bone Regeneration. *ACS applied bio materials*. 2021;4(12):8129-8158. <https://doi.org/10.1021/acsabm.1c00949>
- 60 Arefin AM, Khatri NR, Kulkarni N, Egan PF. Polymer 3D printing review: Materials, process, and design strategies for medical applications. *Polymers*.2021;13(9):1499. <https://doi.org/10.3390/polym13091499>
- 61 Mohd N, Razali M, Ghazali MJ, Abu Kasim NH. Current Advances of Three-Dimensional Bioprinting Application in Dentistry: A Scoping Review. *Materials*. 2022;15(18):6398. <https://doi.org/10.3390/ma15186398>
- 62 Merivaara A, Zini J, Koivunotko E, Valkonen S, Korhonen O, Fernandes FM, Yliperttula M. Preservation of biomaterials and cells by freeze-drying: Change of paradigm. *Journal of Controlled Release*. 2021;336:480-498. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2021.06.042>
- 63 Wong SK, Yee MM, Chin KY, Ima-Nirwana S. A review of the application of natural and synthetic scaffolds in bone regeneration. *Journal of Functional Biomaterials*. 2023;14(5):286. <https://doi.org/10.3390/jfb14050286>
- 64 Lodoso-Torrecilla I, van den Beucken JJ, Jansen JA. Calcium phosphate cements: Optimization toward biodegradability. *Acta biomaterialia*. 2021;119:1-2. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2020.10.013>
- 65 Hou X, Zhang L, Zhou Z, Luo X, Wang T, Zhao X, Lu B, Chen F, Zheng L. Calcium phosphate-based biomaterials for bone repair. *Journal of functional biomaterials*. 2022;13(4):187. <https://doi.org/10.3390/jfb13040187>
- 66 Tronco MC, Cassel JB, Dos Santos LA.  $\alpha$ -TCP-based calcium phosphate cements: A critical review. *Acta biomaterialia*. 2022;151:70-87. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2022.08.040>
- 67 Hurler K, Oliveira JM, Reis RL, Pina S, Goetz-Neunhoffer F. Ion-doped brushite cements for bone regeneration. *Acta biomaterialia*.2021;123:51-71. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2021.01.004>
- 68 Ielo I, Calabrese G, De Luca G, Conoci S. Recent advances in hydroxyapatite-based biocomposites for bone tissue regeneration in orthopedics. *International journal of molecular sciences*.2022;23(17):9721. <https://doi.org/10.3390/ijms23179721>
- 69 Mohd Zaffarin AS, Ng SF, Ng MH, Hassan H, Alias E. Nano-hydroxyapatite as a delivery system for promoting bone regeneration in vivo: a systematic review. *Nanomaterials*. 2021;11(10):2569. <https://doi.org/10.3390/nano11102569>
- 70 Tavoni M, Dapporto M, Tampieri A, Sprio S. Bioactive calcium phosphate-based composites for bone regeneration. *Journal of Composites Science*. 2021;5(9):227. <https://doi.org/10.3390/jcs5090227>
- 71 Prasad A. State of art review on bioabsorbable polymeric scaffolds for bone tissue engineering. *Materials Today: Proceedings*. 2021;44:1391-400. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.622>
- 72 Fraile-Martínez O, García-Montero C, Coca A, Álvarez-Mon MA, Monserrat J, Gómez-Lahoz AM, Coca S, Álvarez-Mon M, Acero J, Bujan J, García-Honduvilla N. Applications of polymeric composites in bone tissue engineering and jawbone regeneration. *Polymers*. 2021;13(19):3429. <https://doi.org/10.3390/polym13193429>
- 73 Toledano-Osorio M, Toledano M, Manzano-Moreno FJ, Vallecillo C, Vallecillo-Rivas M, Rodríguez-Archilla A, Osorio R. Alveolar bone ridge augmentation using polymeric membranes: A systematic review and meta-analysis. *Polymers*.2021;13(7):1172. <https://doi.org/10.3390/polym13071172>
- 74 Gherasim O, Grumezescu AM, Grumezescu V, Negut I, Dumitrescu MF, Stan MS, Nica IC, Holban AM, Socol G, Andronescu E. Bioactive coatings based on hydroxyapatite, kanamycin, and growth factor for biofilm modulation. *Antibiotics*.2021;10(2):160. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10020160>
- 75 Gu Y, Xie X, Zhuang R, Weir MD, Oates TW, Bai Y, Zhao L, Xu HH. A biphasic calcium phosphate cement enhances dentin regeneration by dental pulp stem cells and promotes macrophages M2 phenotype in vitro. *Tissue engineering Part A*.2021;27(17-18):1113-1127. <https://doi.org/10.1089/ten.tea.2020.0257>
- 76 Najafloo R, Baheiraei N, Imani R. Synthesis and characterization of collagen/calcium phosphate scaffolds incorporating antibacterial agent for bone tissue engineering application. *Journal of Bioactive and Compatible Polymers*. 2021;36(1):29-43. <https://doi.org/10.3390/ma14195860>
- 77 Tomas M, Čandrić M, Juzbašić M, Ivanišević Z, Matijević N, Včev A, Cvijanović Pelozo O, Matijević M, Perić Kačarević Ž. Synthetic injectable biomaterials for alveolar bone regeneration in animal and human studies. *Materials*. 2021;14(11):2858. <https://doi.org/10.3390/ma14112858>
- 78 Tang G, Liu Z, Liu Y, Yu J, Wang X, Tan Z, Ye X. Recent trends in the development of bone regenerative biomaterials. *Frontiers in Cell and Developmental biology*. 2021;9:665813. <https://doi.org/10.3389/fcell.2021.665813>

## شکستگی انتهای تحتانی استخوان رادیوس (بخش اول)

### چکیده:

شکستگی دیستال رادیوس (انتهای تحتانی رادیوس) یکی از شایع‌ترین آسیب‌های دست است که با افزایش سن شیوع بیشتری پیدا می‌کند. این شکستگی از دوران باستان مورد توجه بوده و در قرن ۱۸ توسط پوتو و سپس توسط ابراهام کالیس به‌درستی توصیف شد. امروزه، درمان این شکستگی نیاز به درک دقیق آناتومی رادیوس و مفصل مچ دست دارد. تصویربرداری‌های استاندارد مانند رادیوگرافی و سی‌تی‌اسکن برای ارزیابی شکستگی و برنامه‌ریزی جراحی ضروری هستند. سیستم‌های طبقه‌بندی مختلفی برای این شکستگی وجود دارد، اما هنوز اجماع جهانی در مورد بهترین روش درمانی حاصل نشده است. هدف اصلی درمان، بازگرداندن عملکرد مچ دست به سطح قبلی است. برای بیماران فعال، جاناندازی آناتومیک و جراحی توصیه می‌شود، در حالی که برای افراد مسن و غیرفعال، درمان محافظه‌کارانه ممکن است کافی باشد. پارامترهای کلیدی مانند اختلاف سطح مفصلی، شیب دورسال و طول رادیال در تصمیم‌گیری درمانی نقش مهمی دارند. با این حال، تعیین دقیق این پارامترها بر اساس رادیوگرافی‌های معمولی چالش‌برانگیز است. در نهایت، درمان باید بر اساس سطح فعالیت بیمار و نیازهای فردی او تنظیم شود. در مورد این شکستگی بررسی‌های زیادی منتشر شده است که تا ماه ژوئیه سال ۲۰۲۲، تعداد آنها به بیش از ۱۸۰۰ مقاله بالغ شده است. ۶۲۸ مورد از این مقالات مربوط به دوازده ماه آخر بوده است. مقاله حاضر بخش اول از مروری جامع است که بر آناتومی، فیزیولوژی و درمان این شکستگی شایع تکیه دارد.

### دکتر عزیز احمدی<sup>۱</sup>

شکستگی انتهای تحتانی (دیستال) رادیوس یکی از شایع‌ترین آسیب‌های دست است. ارزیابی‌هایی که در سال ۱۹۹۸ در ایالات متحده آمریکا انجام شد نشان داد که هر سال ۶۴۳ هزار مورد از این شکستگی‌ها در این کشور رخ می‌دهد که ۳۷۲ هزار مورد آن مربوط به افراد ۶۵ سال به بالا است. تعداد این شکستگی‌ها با بالا رفتن سن افزایش می‌یابد. در باره این شکستگی بررسی‌های زیادی منتشر شده است به طوری که تا ماه ژوئیه سال ۲۰۲۲، بیش از ۱۸۰۰ مقاله را می‌توان مشاهده کرد. ۶۲۸ مورد از این مقالات مربوط به دوازده ماه آخر بوده است. این شکستگی از دوران باستان مورد توجه بوده است. در زمان جالینوس و بقراط (۱۳۱-۲۰۱ قبل از میلاد) آن را در رفتگی مچ می‌دانستند. پوتو Pouteau از فرانسه در سال ۱۷۸۳، این سنت را شکست و آن را به نام شکستگی پوتو در نوشته‌های خود ثبت کرد. فضای سیاسی قرن هیجده اروپا طوری بود که دنیای انگلیسی‌زبان، فرانسه‌زبانان را به رسمیت نمی‌شناخت و مبادلات علمی بین آنها وجود نداشت. ابراهام کالیس (Abraham Colles) جراح ایرلندی، این شکستگی را در سال ۱۸۱۴ در مجله پزشکی ادینبورگ<sup>۱</sup> چاپ کرد. شرح و بیان این شکستگی فقط بر پایه معاینه کلینیکی و بسیار درست بود. ناگفته نماند کالیس آن را ۸۱ سال قبل از ظهور رادیوگرافی شرح داده بود. رادیوگرافی در سال ۱۸۹۵ اختراع شد. این مقدمه در تمام مقالات وزین مربوط به شکستگی کالیس دیده می‌شود. به نظر من اشاره به آن به دو دلیل حائز اهمیت است. یکی اینکه دانشمندان گذشته چگونه بدون دسترسی به امکانات امروزی با چنین دقتی به کار خود می‌پرداخته‌اند، دوم قدمت چنین نشریات پزشکی جراحی است که امروزه میراث قدیم را در اختیار ما قرار می‌دهند. اتفاقاً من یک کپی از آن را از کتابخانه دانشکده پزشکی کنتاکی برداشته‌ام. کالیس پروگنوزیس این شکستگی را این چنین بیان می‌کند: عضو علی‌رغم جابجایی، بعد از مدتی، حرکات کامل و بدون درد خود را به دست می‌آورد<sup>(۱۵)</sup>.

اگرچه این ادعای کالیس برای مدت‌ها خواهان داشت، ولی به علت تحولات علم و دانش، مخصوصاً در چند دهه اخیر، مورد نقد فراوان قرار گرفته است. در طی زمان، اسامی و عنوان‌هایی به این شکستگی داده شده است، مانند اسمیت، بارتون، AO C3، Melone V1، و شکستگی شوفر (Chauffeur's fracture). پیشینه تاریخی شکستگی شوفر چنین است: در اوایل اختراع صنعت خودرو، راه‌اندازی موتور توسط وسیله‌ای به نام هندل انجام می‌شد، برای هندل زدن زور و نیروی زیادی لازم بود. گاهی هندل با قوت زیاد پس می‌زد و باعث شکستگی داخل مفصلی بخش عمده استیلوئید رادیوس<sup>۲</sup> راننده (شوفر) می‌شد.

۱. متخصص ارتوپدی و فوق تخصص جراحی دست- بنیان‌گذار انجمن ارتوپدی.

نویسنده مسئول:

دکتر عزیز احمدی

Email address:

aziz.ahmadi@gmail.com

1. Edinburgh Medical Surgical Journal.

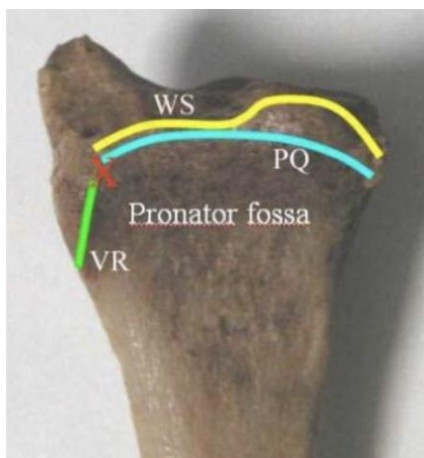
2. Styloid Radius.

شکستگی سطح ولار (Volar) رادیوس را در شکل ۱ می‌بینید. فاست لونت<sup>۱</sup> در طرف چپ و فاست اسکافوئید<sup>۲</sup> در طرف راست است. برآمدگی استخوان پروکزیمال و ولار به فاست لونت را پشتواره فاست لونت<sup>۳</sup> می‌نامند. این پشتواره، تکیه‌گاه فاست لونت است و در شکستگی‌های ناپایدار باید تثبیت شود. توبرزیتی رادیال<sup>۴</sup> در حاشیه راست استخوان و در کنار خط آب‌پخشان<sup>۵</sup> قرار دارد (شکل ۲) و با عضله پروناتور کوادراتوس<sup>۶</sup> پوشیده شده است. استخوان کورتیکال<sup>۷</sup> این ناحیه ضخیم و مقاوم است. در شکل ۳، لیستر توبرکل<sup>۸</sup> را در مرکز می‌بینیم که یک پوسته نازک کورتیکال کم‌مقاومت را تشکیل می‌دهد. سطح رادیال رادیوس. در شکل ۴ مشاهده می‌شود.

امروزه دیگر این عنوان‌های متکی به اسم اشخاص (eponym) به کار نمی‌رود و اشاره مستقیم به شکستگی می‌شود. عبارت «شکستگی دیستال رادیوس» به درستی تمام شکستگی‌های داخل مفصلی و متافیز این ناحیه را پوشش می‌دهد.

### آناتومی

درمان شکستگی دیستال رادیوس، درک کامل آناتومی رادیوس را می‌طلبد. با شناخت آناتومی می‌توان به جنبه‌های گوناگون این شکستگی پی برد. برای این منظور از شکل‌های ۱ تا ۶ استفاده شده است.



شکل ۲: آب‌پخشان (watershed)



شکل ۱: سطح ولار (Volar) استخوان رادیوس



شکل ۴: سطح رادیال رادیوس



شکل ۳: دورسال رادیوس

1. Lunate Facet.
2. Scaphoid Facet.
3. Lunate Facet Buttress.
4. Radial Tuberosity.
5. Watershed.
6. Pronator Quadratus.
7. Pronator Quadratus.
8. Lister's tubercle.

رادیوگرافی‌های قبل از جاندازی، قطعات کوچک بدون جابجایی و داخل مفصل را می‌توانند نشان دهند (شکل ۸) که اینها بعد از جانداختن و با گچ‌گیری ممکن است دیده نشوند.

همچنین رادیوگرافی تحت‌کشش هم به تشخیص قطعات کمک می‌کند. قطعه لبه ولار از طریق رادیوگرافی استاندارد لترال یا ۱۰ درجه تیلت لترال با اندازه‌گیری زاویه قطره اشک بررسی می‌شود.

#### زاویه قطره اشک (Tear Drop)

زاویه قطره اشک از تلاقی خطی از مرکز قطره اشک قطعه مرزی ولار و خطی از مرکز محور طولی رادیوس حاصل می‌شود (شکل ۹). این زاویه به طور معمول ۷۰ درجه است ولی هر قدر قطعه مرزی ولار جابجا شود زاویه کوچکتر می‌شود<sup>(۳)</sup>.

در شکل ۵، سطح النار رادیوس و در شکل ۶، سطح مفصلی دیستال رادیوس دیده می‌شود که در سمت راست فاست اسکافوئید و در سمت چپ فاست لونت قرار دارند. این سطوح دارای قویترین استخوان‌ها هستند.

#### تصویربرداری

##### رادیوگرافی‌های استاندارد

رادیوگرافی‌های استاندارد می‌توانند حالت‌های مختلف شکستگی انتهایی تحتانی رادیوس را نشان دهند. در شکل‌های ۷ تا ۱۶ این حالت‌ها دیده می‌شوند. همان طوری که در شکل ۷ ملاحظه می‌شود، فاست لونت، سطح ولار استخوان را می‌پوشاند.



شکل ۶: سطح مفصلی دیستال رادیوس: سمت راست فاست اسکافوئید، سمت چپ فاست لونت. این سطوح قویترین استخوان‌ها را دارند

شکل ۵: سطح النار رادیوس



شکل ۸: رادیوگرافی لاترال، مچ نرمال

شکل ۷: رادیوگرافی PA نرمال مچ



شکل ۹: زاویه قطره اشک

## توموگرافی کامپیوتری

سطح مفصلی رادیوس در رادیوگرافی روبروی مچ و خط عمود بر دیافیز استخوان رادیوس به دست می‌آید (شکل ۱۰).

## ۳- شیب ولار و دورسال

تلاقی بین خطی که از انتهای تحتانی سطح مفصلی رادیوس در رادیوگرافی لاترال و خط عمود بر دیافیز استخوان رادیوس می‌گذرد، زاویه‌های شیب ولار و دورسال را تشکیل می‌دهد (شکل‌های ۱۱ و ۱۲).

## ۴- طول رادیال و آرنار واریانس

طول رادیال اهمیت قابل توجهی در شکستگی دیستال رادیوس دارد. طول رادیال باید بین ۹ تا ۱۲ میلی‌متر باشد.

شکستگی دیستال رادیوس در اثر بار حاصل از ضایعه، کلاپس می‌کند و طول از دست می‌دهد. با افزایش طول نسبی آرنار ممکن است سندرم به هم فشردگی آرنار ایجاد شود. این سندرم دردناک، در اثر تماس بیش از حد و ساییش و فرسایش بین استخوان‌های آرنار و مچ منجر به پارگی دژنراتیو «تی اف سی سی» می‌شود.

## ۵- آرنار واریانس مثبت، صفر، منفی

رابطه بین طول رادیال و آرنار واریانس. طول رادیال از دیستال آرنار تا زائده استیلوئید اندازه‌گیری می‌شود. وقتی آرنار واریانس صفر است طول رادیوس باید بین ۹ تا ۱۲ میلی‌متر باشد (شکل ۱۳).

اگرچه سی‌تی‌اسکن به طور روتین، برای خیلی از این شکستگی‌ها ضرورت ندارد، ولی برای برنامه‌ریزی جراحی در موارد پیچیده و شکستگی‌های چندقطعه‌ای چاره‌ساز است. هرگاه سی‌تی‌اسکن خواسته شود، باید بعد از جاناندازی اولیه و بی‌حرکتی انجام شود تا جابجایی قطعات، ناهمواری سطح مفصل و خردشدگی را بتوان ارزیابی کرد. دانستن ضخامت برش‌های سی‌تی‌اسکن جراح را قادر می‌سازد اندازه و ابعاد قطعات را تخمین بزند. در توموگرافی کامپیوتری پارامترهای مهم آناتومی شامل موارد زیر می‌شود:

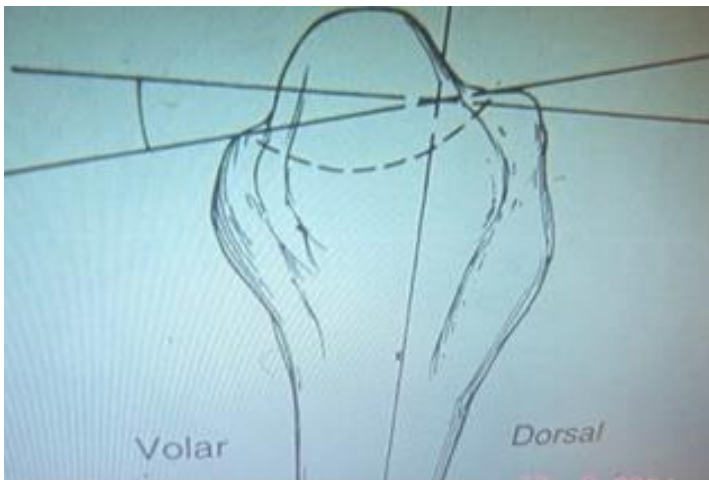
- ناهمواری سطح مفصل
- شیب رادیال
- شیب ولار و دورسال
- طول رادیال و واریانس آرنار
- خردشدگی
- شکستگی همراه استیلوئید آرنار

## ۱- ناهمواری سطح مفصل

سطح مفصل باید هموار باشد تا بتواند به خوبی کار کند. ناهمواری سبب درد و خشکی مفصل و آرتروز می‌شود. ناهمواری بیش از یک میلی‌متر بیمار را در معرض خطر آرتروز قرار می‌دهد.

## ۲- شیب رادیال

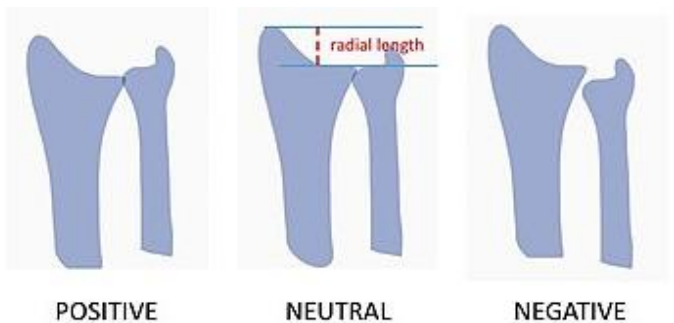
شیب رادیال در شکل ۱۰ با خط تیز نشان داده شده است. زاویه طبیعی آن ۲۵-۲۱ درجه است. این زاویه از تلاقی بین خطی از انتهای تحتانی



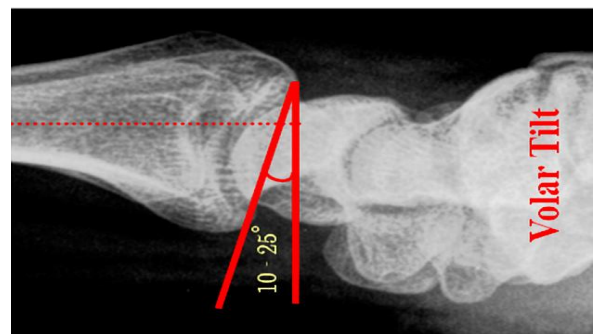
شکل ۱۱: شیب ولار و دورسال



شکل ۱۰: شیب رادیال



شکل ۱۳: طول رادیال و آرنار واریانس



شکل ۱۲: زاویه شیب ولار

## اهداف ترمیم شکستگی‌های انتهای تحتانی رادیوس

در ترمیم شکستگی‌های دیستال رادیوس باید به این اهداف دست یافت:

- کوتاهی رادیال کمتر از ۵ میلی‌متر
- شیب رادیال کمتر از ۱۵ درجه
- اختلاف سطح مفصلی یا پله کمتر از ۲ میلی‌متر

## تقسیم‌بندی (Classification)، راه‌های شناخت و درمان

هدف هر سیستم تقسیم‌بندی به شرح زیر است:

- تقسیم‌بندی ضایعات
- راهنمای درمان
- تسهیل مباحثات
- پیش‌بینی نتایج

هر سیستمی با توجه به اهداف خود، ضعف و قدرت‌هایی دارد. سیستم‌هایی که اغلب در شکستگی دیستال رادیوس به کار می‌روند عبارتند از: فریکمن، ملون، AO، فرناندز و یونیورسال.

## سیستم فریکمن (Frykman):

این سیستم ضایعات وارده بر مفصل رادیو آرنار دیستال را مورد توجه قرار می‌دهد. به جهت دستیابی سریع، انواع آنها را در این مقاله می‌آوریم.

## تقسیم‌بندی فریکمن:

تقسیم بندی فریکمن (جدول ۱) به درمان کمکی نمی‌کند، بلکه توجه آن به درگیری سطح مفصل و انتهای آرنار متمرکز است.<sup>(۴)</sup>

## تقسیم بندی ملون (Melone):

این تقسیم‌بندی انتهای رادیوس را به چهار بخش تقسیم می‌کند و قطعه میانی با هم لونیت فوسا را می‌سازند<sup>(۵)</sup> (جدول ۲).

## تقسیم بندی AO (Association of Osteosynthesis)

این سیستم شامل ۲۷ زیرگروه و سه گروه عمده است:

A خارج مفصلی

B بخشی داخل مفصل

C کاملاً داخل مفصلی

این تقسیم‌بندی مضافاً جهت جابجایی، میزان خردشدگی و آسیب آرنار را مشخص می‌کند.<sup>(۶)</sup>

جدول ۱: تقسیم بندی فریکمن (Frykman)

Radius Fracture	Ulna Fracture	
	Absent	Present
Extra-articular	I	II
Intra-articular involving radiocarpal joint	III	IV
Intra-articular involving DRUJ (distal radio-ulnar joint)	V	VI
Intra-articular involving both radiocarpal & DRUJ	VII	VIII

جدول ۲: تقسیم بندی ملون (Melone)

Type	Description	Note
I	No displacement of medial complex No comminution.	Fracture is stable after closed reduction
II	Unstable depression fracture of lunate fossa ("die-punch") Moderate/severe medial complex displacement. Comminution of dorsal and volar cortices.	IIA - Irreducible, closed fracture. IIB - Irreducible, closed due to impaction
III	Type II fracture plus a 'spike' of the radius volarly	May impinge on median nerve
IV	Split fracture Severe comminution Rotation of fragments.	Unstable
V	Explosion injuries Severe displacement/comminution	Often associated with diaphyseal comminution

تقسیم بندی فرناندز (Fernandez):

تقسیم بندی فرناندز (جدول ۳) در جواب طبقه بندی AO، مکانیزم ضایعه را باتوجه به درمان در نظر گرفته است<sup>(۷)</sup>.

تقسیم بندی جهانی (Universal Classification)

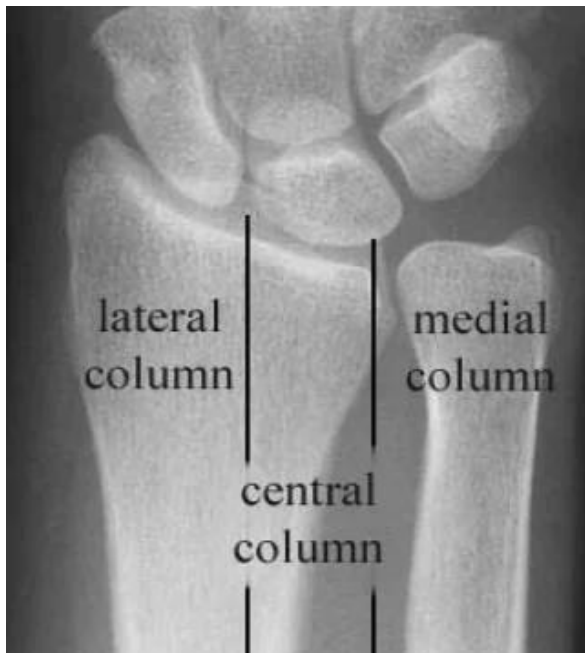
تقسیم بندی جهانی (جدول ۴) توصیفی است، لیکن جهت گیری درمانی ندارد<sup>(۸)</sup>.

جدول ۳: تقسیم بندی فرناندز (Fernandez)

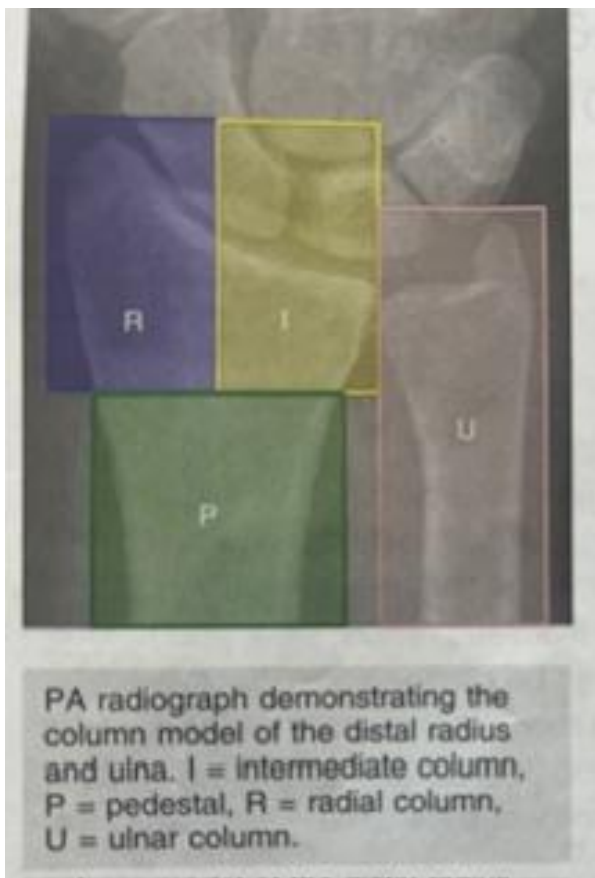
Type	Description	Stability	Number of Fragments	Associated Lesions (see below)	Recommended Treatment
I	Bending fracture - metaphysis	Stable or unstable	2 main fragments with variable metaphyseal comminution	Uncommon	Stable -> conservative Unstable -> percutaneous pinning or external fixation
II	Shearing fracture - articular surface	Unstable	2, 3, comminuted	Less uncommon	Open reduction with screw-plate fixation
III	Compression fracture - articular surface	Stable or unstable	2, 3, 4, comminuted	Common	Closed Limited arthroscopic release Extensile open reduction Percutaneous pins plus external and internal fixation Bone graft
IV	Avulsion fracture, radiocarpal fracture, dislocation	Unstable	2 (radial/ulnar styloids), 3, comminuted	Frequent (especially ligamentous injury)	Closed or open reduction with pin/screw fixation or tension wiring
V	Combined fracture (high-energy injury) - Often intra-articular and open	Unstable	Comminuted	Always present	Combined treatment

جدول ۴: تقسیم بندی جهانی (Universal Classification)

Type	Location	Displacement	Sub-type
I	Extra-articular	Undisplaced	
II	Extra-articular	Displaced	A: Reducible, stable B: Reducible, unstable C: Irreducible
III	Intra-articular	Undisplaced	
IV	Intra-articular	Displaced	A: Reducible, stable B: Reducible, unstable C: Irreducible D: Complex



شکل ۱۴: مدل ستون



PA radiograph demonstrating the column model of the distal radius and ulna. I = intermediate column, P = pedestal, R = radial column, U = ulnar column.

شکل ۱۵: تصویر از مجله جراحی آکادمی ارتوپدی آمریکا

۲۰۱۷؛ ۲۵: ۷۷-۸۱

### تقسیم بندی مدل ستون (Column Model)

سیستم مدل ستون (شکل ۱۴ و ۱۵)، الگوی شکستگی را بر طبق نظریه سه ستون مچ دسته‌بندی و درمان آن را بر این پایه بنا می‌نهد. این سیستم، جداگانه توسط مدوف (Medoff) در سال ۱۹۹۴ و ریکلی (Rikli) و ریگازونی (Regazzoni) بسط داده شد<sup>(۹)</sup>. همان طوری که گفته شد این مدل آناتومی، از شرحی الگوریتمی برای جراحی شکستگی‌های دیستال رادیوس استفاده می‌کند. قبل از رسیدن به مرحله درمان و جراحی، به کاربرد این مدل ستون می‌پردازیم<sup>(۱۰)</sup>. دیستال رادیوس و آلتا را می‌توان به صورت سه ستون مجزا دید که هر کدام ساختار استخوانی و لیگامانی خود را دارند که این ساختار ثبات هر دو مفصل رادیوکارپال و رادیو آلتا را فراهم می‌کنند. دیستال رادیوس، ستون رادیال و بینابینی را در بر می‌گیرد و بر شفت استخوان یا پدستال تکیه دارند. دیستال آلتا و تی‌اف‌سی‌سی ستون آلتا را تشکیل می‌دهند.

### ستون رادیال

ستون رادیال شامل استایلوئید رادیال و فاست اسکافوئید است. این ستون محل چسبندگی تاندون براکیو رادیالیس، لیگامان بلند رادیو لونییت و لیگامان رادیو اسکافو کاپیتیت است. این ستون حرکت انتقالی رادیال کارپال را مهار کرده و مانند یک سکوی تحمل وزن برای فعالیت‌هایی که مچ در حالت تمایل آلتا، مانند استفاده از واکر انجام می‌دهد، عمل می‌کند. عملکرد دیگر این ستون اینست که استخوان‌های کارپ را طوری نگه‌می‌دارد که بار وارد بر فاست‌های اسکافوئید و لونییت یکسان پخش شود. بالاخره اینکه مانند لنگرگاهی برای لیگامان رادیو اسکافو کاپیتیت است که از انتقال کارپوس به طرف آلتا جلوگیری می‌کند<sup>(۱۱)</sup>.

شکستگی این ستون قطعه استایلوئید بزرگی را می‌سازد. خط شکستگی از لبه بین دو فوسا به طرف بالا عبور می‌کند تا به متادیافیز برسد. کشش براکیورادیالیس سبب کاهش قد رادیال، کاهش انحراف رادیال و ناهمواری سطح مفصل می‌شود.

### ستون بینابینی

کار اصلی این ستون انتقال بار از کارپوس به ساعد است<sup>(۱۲ تا ۱۳)</sup>. شکستگی‌های این ستون منجر به قطعات داخل مفصلی آزاد، ولار ریم، قطعه زاویه دورسال آلتا و دورسال وال حفره قسمت عمده فاست لونییت و قطعه سیگموئید و در واقع دو سطح مفصل مجزا را در بر می‌گیرد. (شکل ۱۶).

قطعه ولار ریم محل چسبندگی رادیولونییت لیگامان کوتاه و لیگامان رادیوآلتا ولار تحتانی است. مدل شکستگی‌های ناپایدار قطعه ولار ریم ممکن است منتهی به: (۱) مدل ناپایداری پالمار با جابجایی پالمار و کوتاهی قطعه در اثر مکانیسم‌های خمشی و برشی باشند که به نام ولار بارتون شناخته می‌شوند، یا (۲) مدل‌های ناپایدار.

محوری که با بهم‌فشرده‌گی و دورسی فلکشن قطعات، منجر به انتقال ثانویه کارپوس می‌شود به بار بیاید<sup>(۱۲)</sup>. قطعه زاویه دورسال آلتا به مثابه لنگرگاهی برای لیگامان رادیو آلتا پشتی پائینی عمل می‌کند و اغلب به سمت بالا، پشت و آلتا جابجا می‌شود، حتی ممکن است باعث ناهمواری

## ملاحظات درمان

اگرچه جامعه ارتوپدی نظریه سال ۱۸۴۱ کالیس<sup>(۱۵)</sup> را «که این شکستگی به خوبی جوش می‌خورد» را رد کرده است ولی در مورد کلاسیفیکیشن، اندیکاسیون جراحی و حتی نوع جراحی این شکستگی به اجماعی نرسیده است. گارتلند و ویرلی<sup>(۱۶)</sup> در سال ۱۹۵۱ با مقاله‌شان که ۱۰۰۰ شکستگی را بررسی کرده بودند انقلابی در این زمینه راه انداختند. ژوپیتتر<sup>(۱۷)</sup> با نشر مقاله سال ۱۹۸۶ در مجله استخوان و مفاصل و تاکید بر اهمیت جا انداختن شکستگی بحث را به عهد جدید کشاند.

علی‌رغم تعداد کثیری از مقالاتی که هر سال در مورد این شکستگی نوشته می‌شود، هیچ اجماعی در این مورد حاصل نشده است و نشانی هم از اینکه به اجماعی برسند وجود ندارد. اما در یک حوزه توافق هست که شکستگی بالغین فعال باید «به طور آناتومیک» جا بیفتد. متأسفانه هنوز هیچ اجماعی که «به طور آناتومیک» به چه معنی است؟ نیز وجود ندارد.

آیا ۰/۵ میلی‌متر جابجا بودن قطعه داخل مفصلی «آناتومیک» است؟

معهدنا روندی در جهت تأکید بر نتایج آناتومیک در جریان است.

فینسن<sup>(۱۸)</sup> نشان داد که فاکتورهای آناتومیک فقط ۱۱٪ تغییر نتایج کلینیکی را در ۲۶۰ بیمار تبیین کرده اند: بیشترین تغییر به علت تغییر در بین خود بیماران بوده است.

در مورد طبقه‌بندی هم به اجماعی نرسیده‌ایم. فدراسیون جهانی انجمن‌های جراحی دست، از بین افراد برجسته‌ای که دستی در درمان شکستگی‌های دیستال رادیوس داشتند، یک کارگروه تشکیل داد تا با تحقیق و جستجو، به اجماعی در مورد بهترین طبقه‌بندی دست یابند، و اگر عنصری غایب بود، در ایجاد آن بکوشند. کارگروه نتیجه گرفتند که اجماعی که مقبولیت جهانی داشته باشد وجود ندارد و گروه قادر نیست چنان سیستمی را به وجود آورد.

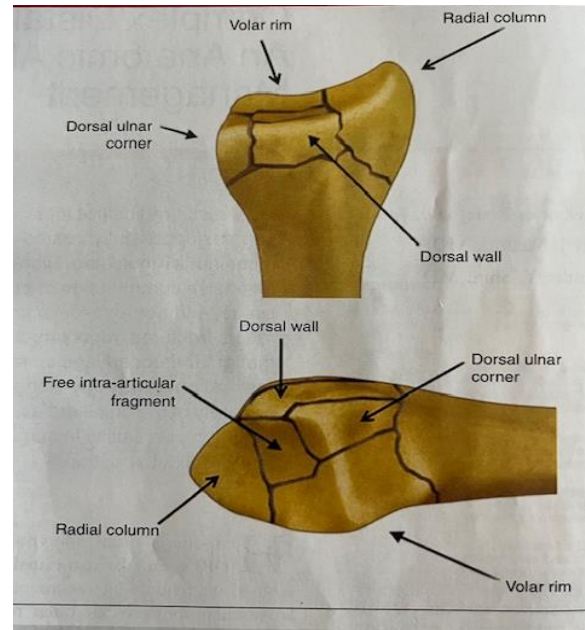
با وجود این، یک توافق وجود دارد: هدف از درمان این است که کارکرد بیمار را به سطح قبلی درآورد.

## اندیکاسیون جراحی یا جا اندزی

خیلی از مؤلفین جا اندازی آناتومیک را توصیه می‌کنند. این هشدار دو مشکل دارد. اول اینکه خیلی از بیماران نیاز به جا اندازی آناتومیک ندارند تا به فعالیت نرمال برگردند، دوم، همان طوری که ذکر شد نظریه جا اندازی آناتومیک به خوبی توصیف نشده است. هیچ مؤلفی برای ۰/۵ میلی‌متر اختلاف سطح، جراحی را پیشنهاد نمی‌کند، معهدنا، ۰/۵ میلی‌متر اختلاف سطح، آناتومیک نیست. از طرف دیگر ۲۰ درجه شیب دورسال هم آناتومیک نیست، ولی افراد مسن غیرفعال، با این مقدار اختلاف به راحتی به کار کرد قبلی باز می‌گردند.

اندیکاسیون جراحی یا جا اندازی فقط بر مبنای سن نیست، بلکه باید بر قالب هر فردی جداگانه و با عنایت به نکته کلیدی «سطح فعالیت بیمار» دوخته شود. باید دقت کرد که به راه غلط نرفته باشیم، با این باور که هر بیماری که مسن است احتیاج به جا اندازی آناتومیک ندارد. خیلی از بیماران در هشتاد سالگی خیلی فعالند و فعالیت‌های قدرتمندی با میچ و

مفصل «د آر یوج» شده و کینماتیک لازمه برای چرخش ساعد را به خطر اندازد. دورسال وال محل چسپیدن لیگامن دورسال رادیوکریپال است و با ایجاد ثبات بر علیه دررفتگی دورسال کارپوس عمل می‌کند. شکستگی‌های دورسال وال در اثر بارهای خمش و محوری، اغلب خرد و فشرده هستند. قطعه داخل مفصلی آزاد ممکن است حاوی فاست لونت و اسکافوئید باشد.



شکل ۱۶: تصویر از مجله جراحی آکادمی ارتوپدی آمریکا.

۲۰۱۷؛ ۲۵: ۷۷-۸۱

## ستون آلنا

این ستون رل عمده‌ای در پایداری مفصل تحتانی رادیو آلنا و حرکات ساعد دارد<sup>(۱۱)</sup>. اگرچه ثبات مفصل تحتانی رادیو آلنا مدیون مورفولوژی سر آلنا در داخل حفره سیگموئید است، ولی رباط‌ها هم رلی حیاتی دارند. لیگامان‌های ولار و دورسال رادیو آلنا تحتانی از ولار ریم و قطعه زاویه دورسال آلنا سرچشمه می‌گیرد. فیبرهای عمقی و سطحی به ترتیب به حفره آلنا و نوک استایلوئید آلنا می‌چسبند. کوتاهی رادیوس، کاهش شیب رادیال و شیب دورسال استرس عظیمی بر مفصل تحتانی رادیو آلنا و استایلوئید آلنا وارد آورده و به آنها آسیب می‌رساند<sup>(۱۳)</sup>.

## پدستال

ستون‌های رادیال و بینابینی توسط متافیز تحتانی رادیوس یا پدستال نگهداری می‌شود. اگرچه پدستال معمولاً در شکستگی‌های دیستال رادیوس سالم می‌ماند ولی گاهی جابجایی‌های مختصر و خردشدگی‌های وسیعی را متحمل می‌شود. این پرده یا ممبران اینتراسیوس دیستال از دیافیز تحتانی آلنا تا متافیز رادیال کشیده می‌شود. این پرده یا ممبران همراه لیگامن‌های داخل خود (دسته مایل دیستال)، یکی از تثبیت‌کننده‌های ثانویه هستند<sup>(۱۴)</sup>.

این واقعیت در زمان شکستگی دیستال رادیوس روشن نیست. علاوه بر این، تغییر طول رادیوس نسبت به آلتا، بر عملکرد و نیروهای وارده بر مفصل دیستال رادیوآلنار اثر می‌گذارد. بر اساس ملاک کمتر شناخته شده کلینیکی اکثر مؤلفین کوتاهی بیش از ۳-۴ میلی‌متر را قبول ندارند.

#### ملاحظات سن بیمار

گایدلاین ۲۰۲۰ آکادمی ارتوپدی آمریکا<sup>(۱۹)</sup>، با صراحت تمام اعلام کرده است «شواهد قوی حاکی از این است که درمان جراحی بیماران ژریاتریک (۶۵ به بالا) در مقایسه با درمان غیرجراحی منجر به نتایج بهتری نمی‌شود. این اظهارات مانند خاری در چشم جراحان باتجربه‌ای است که بیماران مسن و فعال بالاتر از ۶۵ سال را درمان کرده‌اند و همچنین شورت فورم ۳۶ را در ارزیابی تفاوت‌های نتایج شکستگی‌های دیستال رادیوس در بالغین فعال مورد سؤال قرار می‌دهند. روی افراد مسن ۶۵ سال به بالا که به علت مال‌یونیون آزرده بوده‌اند استئوتومی‌های زیادی انجام شده است. همان طوری که قبلاً گفته شد اگر هدف از درمان برگشت به سطح فعالیت‌های قبلی باشد، جراحی باید بر اساس این نیت باشد، نه بر اساس سن مطلق ۶۵ سال. این را هم نباید انکار کرد، بیمارانی که غیرفعال هستند می‌توانند کاملاً با مال‌یونیون و حتی شیب دورسال ۷۰ درجه راضی و خوشحال باشند.

#### ثبات و پایداری جا اندازی

موضوع دیگری که حل نشده، ثبات و پایداری جا اندازی بسته شکستگی است. خیلی‌ها باور دارند شیب دورسال ۳۰ درجه و هرگونه کوتاهی رادیال پایدار نیست و بالاخره نشست خواهد کرد. دیگران معتقدند ۲۰ درجه آستانه درستی است. اگر جا اندازی و حفظ آن ضرورت یافت، جراحی از عهده آن بر می‌آید.

اکنون ارزیابی رادیولوژیکی هفتگی به مدت ۳ هفته بعد از جا اندازی مورد توافق همگان است. رادیوگرافی بعد از ۳ هفته ضرورت ندارد<sup>(۲۰)</sup>. البته این درست نیست. رادیوگرافی برای شکستگی‌هایی که در ۳ هفته اول نشست کرده‌اند، و یا آنهایی که ناپایدار به نظر می‌رسند، لازم است. باید مراقب بود که رادیوگرافی اخیر را با اولین رادیوگرافی بعد از جا اندازی، مقایسه کرد. اگر نشست دیرتر کشف شود، نان‌یونیون را در پی خواهد داشت که درمان آن خیلی مشکل خواهد بود. گرچه نشست شکستگی نادر است ولی شکایات ارتوپدی همان طوری که قبلاً گفتیم بالا است، به ویژه وقتی که نشست شکستگی دیر کشف می‌شود.

#### درمان کنسرواتوئو شکستگی‌های دیستال رادیوس<sup>(۲۱)</sup>

اندیکاسیون درمان کنسرواتوئو در بالغین:

- شکستگی‌های بدون جابجایی خارج مفصلی و داخل مفصلی
- شکستگی‌هایی که بعد از جا اندازی پایدار می‌مانند.
- بعضی از شکستگی‌های ناپایدار افراد مسن که جابجا شدن ثانویه آنها بدون علامت است و در رده مال‌یونیون‌های بدون علامت قرار می‌گیرند.

دستشان انجام می‌دهند، علاوه بر دوچرخه‌سواری و کوهنوردی، تنیس هم بازی می‌کنند.

سطح فعالیت از سن مهمتر است. هدف، برگرداندن بیماران به سطح فعالیت قبلی است.

اکثر مؤلفین جا اندازی آناتومیک را برای بیماران فعال در کار و تفریحات روزانه توصیه می‌کنند. از طرف دیگر، اگر بیمارشان زمین‌گیر است، با جا اندازی کمتری به فعالیت‌های روزمره‌شان برمی‌گردند. توجه به سه پارامتر خیلی مهم است:

۱. اختلاف سطح مفصلی - خیلی از مؤلفین کمتر از یک میلی‌متر ولی نه بیشتر از ۲ میلی‌متر را قبول می‌کنند، گایدلاین ۲۰۲۰ آکادمی ارتوپدی آمریکا<sup>(۱۹)</sup>، برای افراد غیر ژریاتریک (کمتر از ۶۵ سال) و اختلاف سطح بیشتر از ۲ میلی‌متر، جراحی را پیشنهاد می‌کنند. با توجه به گفته‌های بالا، اصول درمان و سن، هر دو را باید در نظر بگیریم.

۲. شیب دورسال - اغلب مؤلفین و همچنین گایدلاین آکادمی ارتوپدی آمریکا<sup>(۱۹)</sup>، شیب دورسال صفر (خنثی) اما نه بیشتر از ۱۰ درجه را برای افراد غیر ژریاتریک قبول دارند. دامنه قابل قبول شیب دورسال در نوشته‌های علمی بسیار وسیع است و حتی بعضی‌ها، چیزی بالاتر از صفر درجه را قبول ندارند.

۳. طول رادیال - بعضی از نوشته‌ها ۲ میلی‌متر را پیشنهاد می‌کنند، و نه بیش از ۵ میلی‌متر. خیلی از جراح‌ها بیشتر از ۳-۴ میلی‌متر را قبول ندارند. گایدلاین آکادمی ارتوپدی آمریکا، برای افراد غیر ژریاتریک با کوتاهی بیش از ۳ میلی‌متر، جراحی را پیشنهاد می‌کند<sup>(۱۹)</sup>.

شیب رادیال معمولاً پارامتر کوچکی به حساب می‌آید.

تعریف عبارت «پارامترهای اختلاف سطح داخل مفصلی» چالش برانگیز است. این چالش بر سر این است که چگونه بین کمتر از ۱ میلی‌متر و بیشتر از ۱ میلی‌متر را تشخیص بدهیم. مشکل اینجاست که این تشخیص از روی رادیوگرافی‌های روتین گرفته می‌شود و از روی این رادیوگرافی‌ها نمی‌توان اختلاف ۱ میلی‌متر را با دقت اندازه گرفت.

مطالعات تطبیقی کمی بر روی شیب دورسال انجام شده است ولی مؤلفین از اظهار عقیده باز نایستاده‌اند. به درجه ۱۰-۲۰ کراراً اشاره شده است، حتی برای افراد غیرفعال.

بعضی از افراد مسن غیرفعال با ۴۵ درجه شیب دورسال و حتی بیشتر، می‌توانند از عهده کارهای‌شان برآیند. خیلی از ارتوپدها ممکن است با رادیوگرافی‌ها و تغییر شکل‌های ناجور عضو مواجه بشوند، در صورتی که بعضی از این بیماران کاملاً از اوضاع خود راضی هستند و فعالیت‌های روزانه را به‌خوبی انجام می‌دهند و این هرگونه آستانه سختگیری در مورد شیب دورسال، چه صفر و چه ۱۰ درجه را مورد سؤال قرار می‌دهد.

پیام علم در مورد طول رادیال کاملاً روشن است. کوتاهی ۲ میلی‌متر طول رادیال، بار وارده به «ت اف سی» و آلتا را دو برابر می‌کند. رابطه کلینیکی

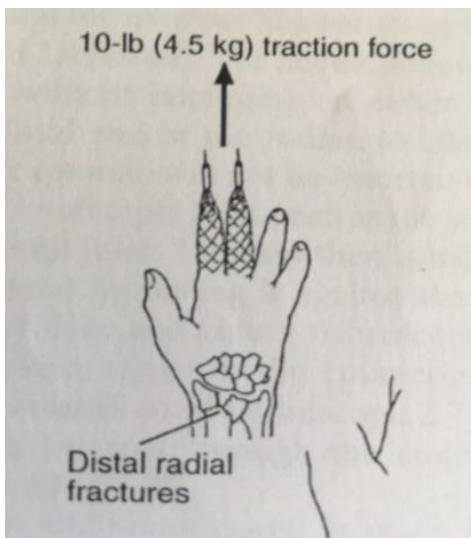
پایداری به وجود خواهد آورد مشروط بر اینکه کورتکس مقابل با هم تماس خوبی داشته باشند.

شکستگی کالیس در ابتدا در ۱۵ درجه خمش و ۲۵ درجه پرونیشن به مدت دو هفته، در اسپلینت قرار داده می‌شود. شکستگی اسمیت در ۳۰ درجه اکستنشن و ۴۰ درجه سوپینیشن. پی‌گیری رادیولوژیکی روز سوم، هفتم و دوازدهم بعد از جاندازی به عمل می‌آید. در این مدت جابجایی‌های اولیه و نشست‌های شکستگی را بررسی می‌کنیم که قابل قبول هست یا نیست؟ در دو هفته اول، به مجرد از بین رفتن ورم، اسپلینت را تنظیم می‌کنیم، این کار با سفت‌تر بستن بانداژ و کنترل رادیوگرافی انجام می‌شود. با این روش اعمال فشار کافی و مداوم، امکان جابجایی‌های اولیه را کاهش می‌دهد. سر دو هفته، اسپلینت به گچ کوتاه تبدیل می‌شود، البته روش سه نقطه تماس را فراموش نمی‌کنیم. گچ به مدت ۳ تا ۴ هفته می‌ماند.

### در چه مواردی گچ‌گیری و جاندازی بسته کار می‌کند

سناریوی ایده‌آل:

- شکستگی خمشی با زاویه ۳۰-۲۵ درجه.
  - خردشدگی خفیف متافیز در سطح محدب زاویه و شکستگی عرضی ساده کورتکس روبرو با کیفیت استخوانی خوب.
- اگر شکستگی ساده کورتیکال بدون خردشدگی، به‌خوبی، بدون در هم سوار شدن لبه‌های شکستگی (لبه پالمار شکستگی کالیس)، جانداخته شود و لولای بافت نرم به‌خوبی زیر کشش قرار گرفته باشد، شانس جابجایی بعدی خیلی کم است. معهدا با افزایش استئوپروز، مقدار زیادی از نشست و کوتاهی را باید انتظار داشت.
- در خاتمه بخش اول شکستگی‌های دیستال رادیوس، تصویر وسیله اعمال کشش برای جاندازی شکستگی دیستال رادیوس را قرار دادیم، که به نام Chinese Finger Trap شناخته می‌شد و هنوز ممکن است در ته انبار بعضی بیمارستان‌ها آن را یافت (شکل ۱۷).



شکل ۱۷

در وهله اول، انتخاب شکستگی‌ها و جدا کردن نمونه‌های ناپایدار حائز اهمیت است.

موارد زیر پارامترهای ناپایدار هستند که در رادیوگرافی‌های اولیه باید مورد توجه قرار بگیرند.

۱. زاویه پالمار یا دورسال بیشتر از ۲۰ درجه.
۲. جابجایی بیشتر از ۳/۲ میلی‌متر عرض شفت استخوان در هر جهتی.
۳. خردشدگی متافیز.
۴. کوتاهی بیشتر از ۵ میلی‌متر.
۵. قطعه داخل مفصلی.
۶. شکستگی آلتا همراه.
۷. استئو پروز.

اگر شکستگی جابجایی نداشته و یا مختصری جابجایی داشته باشد، بی‌حرکتی به مدت ۳-۴ هفته توصیه می‌شود. اسپلینت قابل برداشت تا زمانی که بیمار احساس راحتی بکند، معمولاً ۴-۵ هفته از زمان آسیب، روش درمانی رایج است.

جاندازی بسته، برای شکستگی‌های جابجا که شواهد رادیوگرافی نشان بدهد، حرکت قطعات با گچ‌گیری کنترل می‌شود نیز روا است. بی‌حسی کافی با توجه به وضعیت بافت نرم حائز اهمیت است. بلاک هماتوم شکستگی، بی‌حسی داخل وریدی، بلاک شبکه بازویی و بیپهوشی عمومی، هر کدام جای خودش را دارد. دو مورد اول برای شکستگی‌های انرژی پائین بدون ورم استفاده می‌شود.

### جاندازی شکستگی

جاندازی از طریق اعمال نیروی متضاد مسئول شکستگی به عمل می‌آید. قدم اول اینست که با افزایش دفورمیتی، شکستگی را از گیر در آوریم، سپس با خم کردن مچ و پرونیشن قطعه دیستال، آن را جاندازیم. شکستگی اسمیت در سوپینیشن و اکستنشن قرار داده می‌شود.

### تراکشن طولی

از طریق فینگر تراپ و اعمال نیروی پارسنگ بر اساس اصول لیگامننو تاکسیس، گیر شکستگی‌ها را رد و قطعات شکسته را همطراز می‌کند. اگرچه طول و شیب آلنار به خوبی اصلاح می‌شود ولی برای اصلاح شیب پالمار به یک نیروی اضافی پالمار احتیاج داریم که دست را به طرف پالمار برگرداند. این کار با خم کردن دست انجام می‌شود. این کار کاپیتیت را به طرف کف دست جابجا می‌کند و اسکافوئید و لونیت را می‌چرخاند و قطعه دیستال را به طرف فلکشن می‌برد.

### بی‌حرکتی

دکتر فرناندز به تکنیک سه نقطه تماس چارنلی اشاره دارد. در این روش دو نقطه تماس در پروگزیمال و دیستال شکستگی در سطح محدب و در مقابل آن یک نقطه تماس بر روی زاویه شکستگی در سطح مقعر به کار گرفته می‌شود. خمش کمی (۱۵-۱۰ درجه) به اسپلینت یا گچ، لولای بافت نرم (پریوست و تاندون‌ها) راحت کشش قرار داده و شکستگی

## منابع

- 1 Chung KC, Spilson SV. The frequency and epidemiology of hand and forearm fractures in the United States. J Hand Surg Am. 2001 Sep. 26(5):908-15.
- 2 Diaz-Garcia RJ, Oda T, Shauver MJ, Chung KC. A systematic review of outcomes and complications of treating unstable distal radius fractures in elderly. J Hand Surg Am. 201 May. 36(5):824-35. ED .
- 3 Medoff RJ: Essential radio graphic evaluation for distal radius fractures. Hand Clin 2005; 21(3):279-2883.
- 4 [https://en.wikipedia.org/wiki/frykman\\_classification](https://en.wikipedia.org/wiki/frykman_classification).
- 5 [https://en.wikipedia.org/wiki/melone\\_classification](https://en.wikipedia.org/wiki/melone_classification).
- 6 [https://en.wikipedia.org/wiki/AO\\_classification](https://en.wikipedia.org/wiki/AO_classification).
- 7 [https://en.wikipedia.org/wiki/Fernandez\\_classification](https://en.wikipedia.org/wiki/Fernandez_classification).
- 8 [https://en.wikipedia.org/wiki/universal\\_classification](https://en.wikipedia.org/wiki/universal_classification).
- 9 Rikli DA Regazzoni P. Fractures of distal end of radius treated by internal fixation and early function. A preliminary report of 20 cases. J Bone Joint Surg Br. 1996 Jul. 78(4):588-92.
- 10 Rikli DA, Rosenkranz j, Regazzoni P; Complex fractures of the distal radius. Eur J Trauma 2003;29(4):199-207.
- 11 Rikli DA, Honigmann P, Baset R. Cristali A, Morlock MM. Mittelmeier T: Intra-articular measurement in the radiolunocarpal joint using a novel sensor: invitro and invivo results. J Hand Surg Am 2007;32(1):67-75.
- 12 Medoff RJ: Essential radiographic evaluation for distal radius fractures. Hand Clin 2005;21(3):279-288.
- 13 Adams BD: Effects of radial deformity on distal radioulnar joint mechanics. J Hand Surg Am 1993;18(3):492=498.
- 14 Moritomo H: The distal oblique bundle of the distal interosseous membrane of the forearm. J Wrist Surg 2013;2(1):93-94.
- 15 Abraham colles: on the fracture of the carpal extremity of radius, Edinburgh Medical surgical Journal, 1814, vol 10.
- 16 Gartland JJ, Werley cw. Evaluation of healed colles fracture. J Bone Joint Surg Am 1951;:895-907.
- 17 Knirk and Jupiter, intra-articular fracture of Distal End Radius in young adults. The Journal of Bone and Joint Surg. 1986 Jun. 68(5)647-59.
- 18 Finsen V, Rod O, Rod K, Rajabi B, Alm-Paulsen PS, Russwurm H, The relationship between displacement and clinical outcome after distal radius (Colles) fracture. J hand Surg eur Vol. 2013 Feb. 38(2):116-26.
- 19 guideline management of distal radius fractures evidenced based clinical practice guideline. American Academy of Orthopaedic Surgeons. Dec 5. 2020.
- 20 Weil NL, El Moumni M. Rubinstein SM, Krinjen P, Termaat MF, Schipper IB. Routin follow-up radiographs for distal radius fractures are seldom clinically substantiated. Arch Orthop Trauma Surg. 2017 Sep. 137(9):1187-1191.
- 21 Fernandez D. L. Fracture of the distal radius, Treatment rational in 2003 Riv Chir Mano- Vol. 41(1)2004.

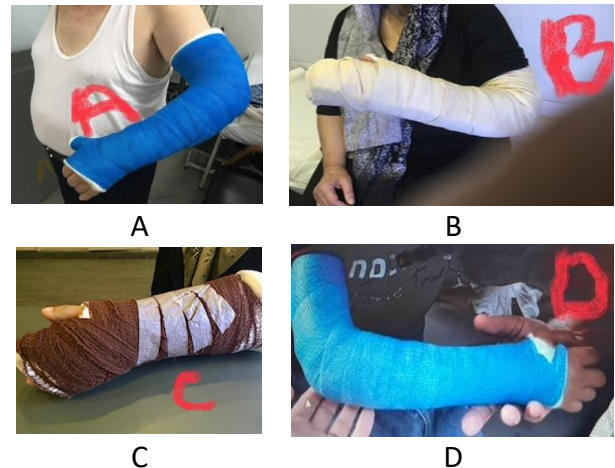
در اینجا، ۴ آزمون چهار گزینه‌ای که امتیاز بازآموزی دارد، از متن مقاله طرح شده است. این آزمون دو موضوع اساسی را بررسی می‌کند:

۱- تعداد خوانندگان مجله را نشان می‌دهد.

۲- آیا نویسنده توانسته است معلومات خوانندگان را ارتقاء بدهد؟

(ارسال جواب‌های شما حائز اهمیت شایانی است.)

سؤال ۱: کدام یک برای گچ گیری کالیس درست است؟



هیچ کدام E =

سؤال ۲: جان اندازی آناتومیک شکستگی دیستال رادیوس در کدام یک از موارد زیر مطلوب است؟

A. مرد ۶۰ ساله بازنشسته خانه نشین.

B. خانم ۸۰ ساله ورزشکار.

C. افراد ۶۵ سال به بالا و اختلاف سطح مفصلی کمتر از ۲ میلی‌متر.

D. افراد مسن غیرفعال با شیب شکستگی دورسال ۷۰ درجه.

سؤال ۳: رادیوگرافی از شکستگی‌های دیستال رادیوس:

A. برای پیگیری در هفته سوم ضرورت دارد.

B. در شکستگی‌هایی که در سه هفته اول نشست مختصری کرده‌اند ضرورت ندارد.

C. پی‌گیری رادیولوژیکی روز سوم، هفتم و دوازدهم بعد از جان اندازی ضرورت دارد.

D. از طریق رادیوگرافی می‌توان اختلاف یک میلی‌متر سطح مفصلی را اندازه گرفت.

سؤال ۴: کدام یک از مناطق آناتومیک زیر دارای ضعیف‌ترین استخوان است؟

A. توبرزیتی رادیال

B. لیستر توبرکل

B. فاست اسکافوید

D. فاست لونیت

degrees of extension and 40 degrees of supination. Radiological follow-up is performed on the 3rd, 7th, and 12th days after reduction. During this period, the initial displacement and the settling of the fracture are assessed to determine if they are acceptable. In the first two weeks, once the swelling subsides, the splint is adjusted by tightening the bandage and monitoring through radiography. This approach, which applies continuous and adequate pressure, reduces the likelihood of initial displacements. After two weeks, the splint is replaced with a short cast, keeping in mind the three-point contact method. The cast remains in place for 3 to 4 weeks.

#### When casting and closed reduction work:

Ideal scenario:

- A bending fracture with an angle of 25-30 degrees.
- Slight metaphyseal comminution on the convex surface of the angle and a simple transverse cortical fracture with good bone quality.

If a simple cortical fracture without comminution is well reduced, without misalignment of the fracture edges (especially the palmar edge of the callus fracture), and the soft tissue hinge is properly under tension, the chances of subsequent displacement are minimal. However, with increased osteoporosis, significant settling and shortening must be expected. In conclusion, for the first part on distal radius fractures, I included the device used for applying traction to reduce distal radius fractures. It may still be found at the back of storage in some hospitals, and it is known as the "Chinese Finger Trap."

## References

- 1 Chung KC, Spilson SV. The frequency and epidemiology of hand and forearm fractures in the United States. *J Hand Surg Am.* 2001 Sep. 26(5):908-15.
- 2 Diaz-Garcia RJ, Oda T, Shauver MJ, Chung KC. A systematic review of outcomes and complications of treating unstable distal radius fractures in elderly. *J Hand Surg Am.* 2011 May. 36(5):824-35. Epub 2011 May 10.
- 3 Medoff RJ: Essential radiographic evaluation for distal radius fractures. *Hand Clin* 2005; 21(3):279-288
- 4 [https://en.wikipedia.org/wiki/frykman\\_classification](https://en.wikipedia.org/wiki/frykman_classification).
- 5 [https://en.wikipedia.org/wiki/melone\\_classification](https://en.wikipedia.org/wiki/melone_classification).
- 6 [https://en.wikipedia.org/wiki/AO\\_classification](https://en.wikipedia.org/wiki/AO_classification).
- 7 [https://en.wikipedia.org/wiki/Fernandez\\_classification](https://en.wikipedia.org/wiki/Fernandez_classification).
- 8 [https://en.wikipedia.org/wiki/universal\\_classification](https://en.wikipedia.org/wiki/universal_classification).
- 9 Rikli DA Regazzoni P. Fractures of distal end of radius treated by internal fixation and early function. A preliminary report of 20 cases. *J Bone Joint Surg Br.* 1996 Jul. 78(4):588-92
- 10 Rikli DA, Rosenkranz J, Regazzoni P; Complex fractures of the distal radius. *Eur J Trauma* 2003;29(4):199-207
- 11 Rikli DA, Honigmann P, Baset R, Cristali A, Morlock MM, Mittelmeier T: Intra-articular measurement in the radiolunocarpal joint using a novel sensor: in vitro and in vivo results. *J Hand Surg Am* 2007;32(1):67-75
- 12 Medoff RJ: Essential radiographic evaluation for distal radius fractures. *Hand Clin* 2005;21(3):279-288.
- 13 Adams BD: Effects of radial deformity on distal radioulnar joint mechanics. *J Hand Surg Am* 1993;18(3):492-498.
- 14 Moritomo H: The distal oblique bundle of the distal interosseous membrane of the forearm. *J Wrist Surg* 2013;2(1):93-94
- 15 Abraham colles: on the fracture of the carpal extremity of radius, *Edinburgh Medical surgical Journal*, 1814, vol 10.
- 16 Gartland JJ, Werley CW. Evaluation of healed Colles fracture. *J Bone Joint Surg Am* 1951;:895-907.
- 17 Knirk and Jupiter, intra-articular fracture of Distal End Radius in young adults. *The Journal of Bone and Joint Surgery.* 1986 Jun. 68(5):647-59
- 18 Finsen V, Rod O, Rod K, Rajabi B, Alm-Paulsen PS, Russwurm H, The relationship between displacement and clinical outcome after distal radius (Colles) fracture. *J hand Surg eur* Vol. 2013 Feb. 38(2):116-26.
- 19 guideline management of distal radius fractures evidenced based clinical practice guideline. *American Academy of Orthopaedic Surgeons.* Dec 5. 2020;
- 20 Weil NL, El Moumni M, Rubinstein SM, Krinjen P, Termaat MF, Schipper IB. Routine follow-up radiographs for distal radius fractures are seldom clinically substantiated. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2017 Sep. 137(9):1187-1191.
- 21 Fernandez D.L. Fracture of the distal radius, Treatment rational in 2003 *Riv Chir Mano- Vol.* 41(1):2004

dorsal tilt of 30 degrees and any radial shortening are unstable and will eventually collapse. Others argue that a dorsal tilt of 20 degrees is a reasonable threshold. If reduction and its maintenance are necessary, surgery is capable of achieving this.

Currently, weekly radiological assessments for 3 weeks following reduction are agreed upon by all. Radiographs after 3 weeks are not necessary<sup>(20)</sup>. However, this is not correct. Radiographs are necessary for fractures that collapse during the first 3 weeks or those that appear unstable. Care should be taken to compare the most recent radiograph with the first post-reduction radiograph. If collapse is discovered later, non-union will follow, which will be very difficult to treat. Although fracture collapse is rare, orthopedic complaints are, as previously mentioned, significant, especially when collapse is detected late.

### Conservative Treatment of Distal Radius Fractures<sup>(21)</sup>

#### Indications for Conservative Treatment in Adults:

- Non-displaced extra-articular and intra-articular fractures.
- Fractures that remain stable after reduction.
- Some unstable fractures in elderly patients, where secondary displacement is asymptomatic and falls into the category of non-symptomatic malunions.

Initially, selecting fractures and separating unstable cases is important. The following parameters are considered unstable and should be observed in the initial radiographs:

1. Palmar or dorsal angle greater than 20 degrees.
2. Displacement greater than 2/3 of the shaft width in any direction.
3. Metaphyseal comminution.
4. Radial shortening greater than 5 mm.
5. Intra-articular fragment.
6. Associated ulna fractures.
7. Osteoporosis.

If there is no or minimal displacement, immobilization for 3-4 weeks is recommended. A removable splint is typically used until the patient feels comfortable, usually 4-5 weeks post-injury.

Closed reduction for displaced fractures, when radiographic evidence shows displacement, can be performed with cast control. Adequate anesthesia is important, considering the soft tissue condition. Hematoma block, intravenous anesthesia, brachial

plexus block, or general anesthesia are all suitable options. The first two methods are used for low-energy fractures without swelling.

#### Closed Reduction Technique

Closed reduction is performed by applying opposite forces responsible for the fracture. The first step is to release the fracture from its impaction by increasing deformity and then reducing the distal fragment by flexing the wrist and pronating it. Smith fractures are reduced in the supination-extension position.

#### Longitudinal Traction

Through finger traps and applying traction based on ligamentotaxis principles, impaction is released, and the fracture fragments are aligned. Although the radial and ulnar tilt are well corrected, additional palmar force is required to correct the palmar tilt, achieved by flexing the hand. This shifts the capitellum towards the palm, rotates the scaphoid and lunate, and brings the distal fragment into flexion.

#### Immobilization

Dr. Fernandez refers to the "three-point contact" technique. In this method, two contact points on the convex surface of the proximal and distal fractures, and one contact point on the concave surface of the fracture angle, are applied. Slight flexion (15-10 degrees) of the splint or cast places the soft tissue (periosteum and tendons) under tension, providing stability as long as the cortical surfaces make good contact (Figure 17).

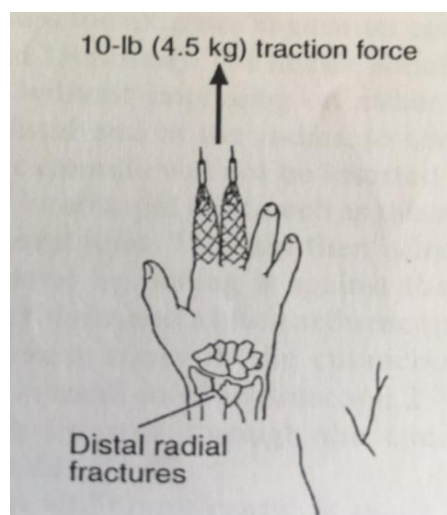


Figure 17

The fracture callus is initially placed in a splint set at 15 degrees of flexion and 25 degrees of pronation for two weeks. A Smith fracture is positioned at 30

an indication for surgical intervention; thus, a 5 mm displacement is not considered anatomical. On the other hand, a dorsal tilt of 20 degrees is also not anatomical, but inactive elderly people can return to their previous function with such a tilt.

Surgical indications for reduction are not based solely on age; rather, they must be tailored to each individual, with attention to the crucial factor of the "activity level of the patient." Care must be taken not to fall into the false belief that every elderly patient does not require anatomical reduction. Many patients in their 80s are very active, performing demanding tasks with their wrists and hands, in addition to activities like cycling, mountain climbing, and even playing tennis.

The activity level is more important than age. The goal is to restore the patient to their previous activity level. Most authors recommend anatomical reduction for active patients involved in daily work and leisure activities. On the other hand, if the patient is bedridden, less reduction will suffice to return them to their daily activities.

Attention to three important parameters is crucial:

1. **Joint surface displacement:** Many authors accept less than 1 mm but not more than 2 mm. The 2020 guidelines from the American Academy of Orthopaedic Surgeons<sup>(19)</sup> recommend surgery for non-geriatric patients (under 65 years) with a displacement greater than 2 mm. Considering both treatment principles and age, both factors should be taken into account.
2. **Dorsal tilt:** Most authors and the American Academy of Orthopaedic Surgeons guidelines<sup>(19)</sup> accept a neutral (0 degrees) dorsal tilt, but not more than 10 degrees for non-geriatric patients. The acceptable range of dorsal tilt in the scientific literature is broad, and some authors do not accept anything above 0 degrees.
3. **Radial length:** Some writings suggest 2 mm, but not more than 5 mm. Many surgeons do not accept more than 3-4 mm. The 2020 guidelines from the American Academy of Orthopaedic Surgeons recommend surgery for non-geriatric patients with a radial shortening greater than 3 mm<sup>(19)</sup>. Radial tilt is typically considered a smaller parameter.

The definition of joint surface displacement parameters is challenging. The issue lies in determining how to distinguish between less than 1 mm and greater than 1 mm. The problem is that this measurement is taken from routine radiographs, which do not allow precise measurement of a 1 mm displacement.

Few comparative studies have been conducted on dorsal tilt, but authors continue to express opinions. A dorsal tilt of 0 to 10 degrees is repeatedly mentioned, even for inactive patients.

Some inactive elderly patients with a dorsal tilt of 45 degrees or more can still manage daily tasks. Many orthopedic surgeons may encounter radiographs with severe deformities, yet some of these patients are completely satisfied with their condition and perform daily activities without issue. This raises questions about rigid thresholds for dorsal tilt, whether 0 or 10 degrees.

The scientific message regarding radial length is clear: a 2 mm shortening of radial length doubles the load on the TFCC and ulna. The clinical relevance of this fact in the case of a distal radius fracture is not entirely clear. Furthermore, changes in radial length relative to the ulna affect the function and forces applied to the distal radioulnar joint. Based on less well-known clinical criteria, most authors do not accept a radial shortening greater than 3-4 mm.

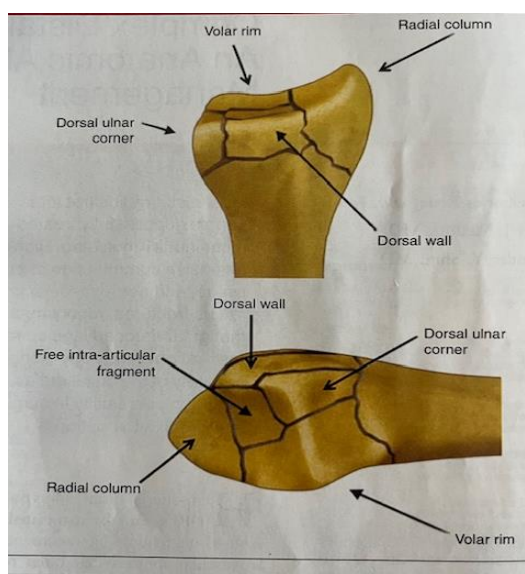
#### Considerations for Patient Age

The 2020 guidelines from the American Academy of Orthopaedic Surgeons<sup>(19)</sup> state unequivocally: "Strong evidence indicates that surgical treatment in geriatric patients (aged 65 and above) does not lead to better outcomes compared to non-surgical treatment." This statement is like a thorn in the side of experienced surgeons who have treated active elderly patients over 65 and raises questions about the use of the Short Form 36 for assessing outcome differences in active adult distal radius fractures. Many osteotomies have been performed on elderly patients over 65 who are affected by malunion. As previously stated, if the goal of treatment is to return the patient to their previous activity level, surgery should be based on this intention, not the absolute age of 65. It should not be denied that inactive patients can be fully satisfied with malunion and even a dorsal tilt of 70 degrees.

#### Stability and Fixation of Closed Reduction

Another unresolved issue is the stability and fixation of closed reduction fractures. Many believe that a

The dorsal angle fragment of the ulna acts as an anchor for the posterior lower radioulnar ligament and often displaces upwards, backward, and toward the ulna, potentially causing joint incongruity in the distal radioulnar joint (DRUJ), thereby jeopardizing the kinematics necessary for forearm rotation. The dorsal wall is the attachment site for the dorsal radiocarpal ligament and functions to stabilize against dorsal carpal dislocation. Dorsal wall fractures, caused by flexion and axial loads, are often comminuted and compressed. The free intra-articular fragment may involve the lunate and scaphoid facets.



**Figure 16: Journal of Orthopaedic Surgery of the American Academy of Orthopaedic Surgeons from the year 2017, volume 25, pages 77-81**

### Ulna Column

This column plays a major role in the stability of the distal radioulnar joint and forearm movements<sup>(10,11)</sup>. Although the stability of the distal radioulnar joint is due to the morphology of the ulna head within the sigmoid fossa, ligaments also play a vital role. The volar and dorsal radioulnar ligaments originate from the volar rim and the dorsal angle fragment of the ulna. The deep and superficial fibers attach to the ulnar fossa and the tip of the ulnar styloid, respectively. Radial shortening, decreased radial inclination, and dorsal inclination exert significant stress on the distal radioulnar joint and the ulnar styloid, causing damage to both<sup>(13)</sup>.

### Pedestal

The radial and intermediate columns are supported by the distal radius metaphysis, or pedestal. Although the pedestal usually remains intact in distal radius

fractures, it may occasionally undergo slight displacements or significant comminution. This membrane, or distal interosseous membrane, extends from the distal ulna diaphysis to the radial metaphysis. Along with its internal ligaments (distal oblique bundle), this membrane serves as one of the secondary stabilizers<sup>(14)</sup>.

### Treatment Considerations

Although the orthopedic community has rejected Callus's theory from 1841<sup>(15)</sup> that "this fracture heals well," there is still no consensus on the classification, surgical indications, or even the type of surgery for this fracture. Gartland and Wewerly<sup>(16)</sup>, in 1951, revolutionized this field with their paper, which examined 1,000 fractures. Jupiter<sup>(17)</sup>, in his 1986 article in the *Journal of Bone and Joint Surgery*, emphasized the importance of reducing the fracture, shifting the discussion into a new era.

Despite the numerous papers written every year on this fracture, no consensus has been reached, and there is no sign of agreement in the near future. However, there is one area of agreement: adult fractures must be anatomically reduced. Unfortunately, no consensus exists regarding what "anatomically" means. Is a 5 mm displacement of the intra-articular fragment considered "anatomical"? Nevertheless, there is a trend toward emphasizing anatomical reduction. Vincent<sup>(18)</sup> showed that anatomical factors explained only 11% of clinical outcomes in 260 patients: most of the variation was due to differences between patients themselves.

Regarding classification, no consensus has been reached either. The World Federation of Hand Surgery Societies formed a working group of prominent figures in the treatment of distal radius fractures to investigate the existence of a consensus on the best classification. If such a consensus did not exist, they aimed to create one. The group concluded that no universally accepted consensus exists, and the group could not create such a system.

However, there is an agreement: the goal of treatment is to return the patient to their previous level of function.

### Surgical Indications and Reduction

Many authors recommend anatomical reduction, but this recommendation raises two issues. First, many patients do not need anatomical reduction to return to normal activity. Second, as mentioned earlier, the concept of anatomical reduction has not been well defined. No author suggests a 5 mm displacement as

Before proceeding to treatment and surgical intervention, the column model is first utilized<sup>(10)</sup>.

The distal radius and ulna can be viewed as three separate columns, each with its own bony and ligamentous structure, providing stability to both the radiocarpal and radioulnar joints. The distal radius includes the radial and intermediate columns, which depend on the bone shaft or pedestal for support. The distal ulna, along with the triangular fibrocartilage complex (TFCC), forms the ulnar column.

#### Radial Column

The radial column consists of the radial styloid and the scaphoid facet. This column serves as the attachment site for the brachioradialis tendon, the long radiolunate ligament, and the radioscapocapitate ligament. It restricts translational movement of the radiocarpal joint and functions as a weight-bearing platform for activities where the wrist is in a pronated position, such as using a walker. Additionally, the radial column maintains the alignment of the carpal bones, ensuring an even distribution of the load on the scaphoid and lunate facets. It also acts as an anchor for the radioscapocapitate ligament, preventing carpal translation toward the ulna<sup>(11)</sup>.

A fracture of this column results in a large styloid fragment. The fracture line crosses from the edge between the two fossae upwards, reaching the metaphysis. The pull of the brachioradialis muscle causes a reduction in radial height, radial deviation, and joint surface irregularity.

#### Intermediate Column

The primary function of this column is to transfer load from the carpus to the forearm<sup>(9-13)</sup>. Fractures in this column result in free intra-articular fragments, a volar rim, dorsal angle fragment of the ulna, and the dorsal wall of the lunate fossa, which essentially involve two distinct joint surfaces (Figure 16).

The volar rim fragment is the attachment site for the short radiolunate ligament and the lower volar radioulnar ligament. Unstable fracture models of the volar rim fragment may lead to: (1) a palmar instability model with palmar displacement and shortening of the fragment due to flexion and shear mechanisms, known as volar Barton fractures, or (2) axial unstable models that cause compression and dorsal flexion of the fragments, resulting in secondary carpus displacement<sup>(12)</sup>.

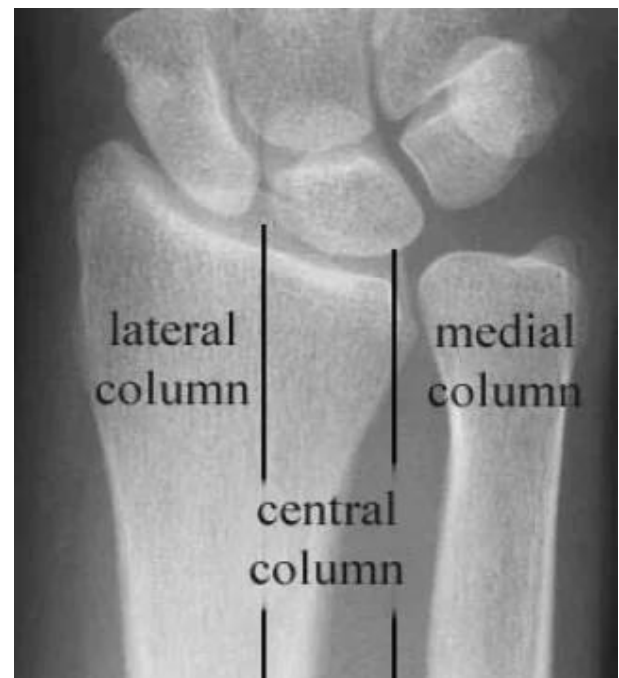


Figure 14: Column Model

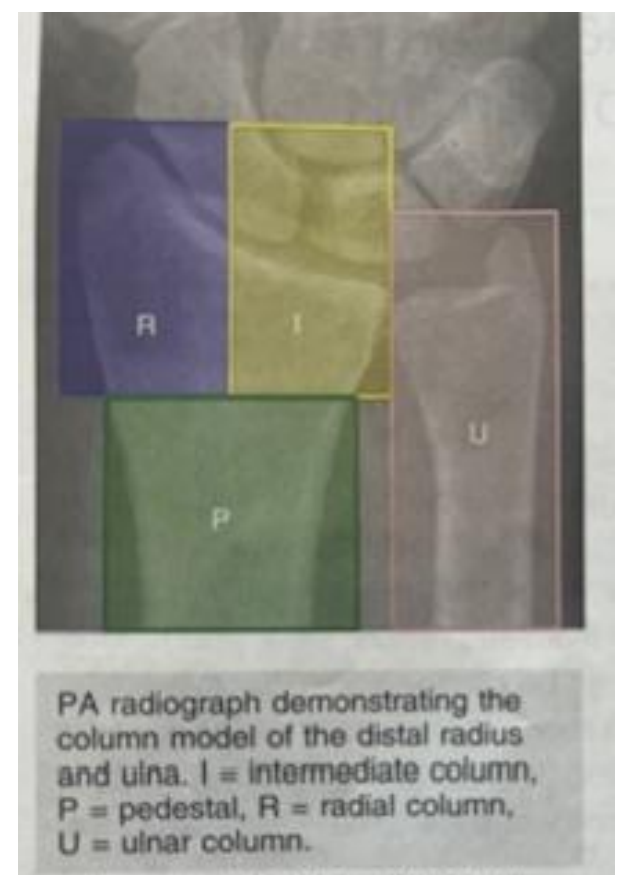


Figure 15: Image from the Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2017; 25: 77-81.

**Table 3: Fernandez Classification**

Type	Description	Stability	Number of Fragments	Associated Lesions (see below)	Recommended Treatment
I	Bending fracture - metaphysis	Stable or unstable	2 main fragments with variable metaphyseal comminution	Uncommon	Stable -> conservative Unstable -> percutaneous pinning or external fixation
II	Shearing fracture - articular surface	Unstable	2, 3, comminuted	Less uncommon	Open reduction with screw-plate fixation
III	Compression fracture - articular surface	Stable or unstable	2, 3, 4, comminuted	Common	Closed Limited arthroscopic release Extensile open reduction Percutaneous pins plus external and internal fixation Bone graft
IV	Avulsion fracture, radiocarpal fracture, dislocation	Unstable	2 (radial/ulnar styloids), 3, comminuted	Frequent (especially ligamentous injury)	Closed or open reduction with pin/screw fixation or tension wiring
V	Combined fracture (high-energy injury) - Often intra-articular and open	Unstable	Comminuted	Always present	Combined treatment

**Table 4: Universal Classification**

Type	Location	Displacement	Sub-type
I	Extra-articular	Undisplaced	
II	Extra-articular	Displaced	A: Reducible, stable B: Reducible, unstable C: Irreducible
III	Intra-articular	Undisplaced	
IV	Intra-articular	Displaced	A: Reducible, stable B: Reducible, unstable C: Irreducible D: Complex

**Column Model**

This system classifies fracture patterns (Figure 14 and 15) based on the theory of three wrist columns and bases its treatment approach on this model. It was

independently expanded by Medoff in 1994 and by Rikli and Regazzoni<sup>(9)</sup>. As mentioned earlier, this anatomical model serves as an algorithmic guide for the surgical management of distal radius fractures.

Each classification system has its own strengths and weaknesses, depending on its objectives. Commonly used systems for distal radius fractures include Frykman, Melone, AO, Fernandez, and Universal.

### Frykman Classification

The Frykman system focuses on injuries involving the distal radioulnar joint. For quick reference, different types are outlined in Table 1.

#### Frykman System Details:

Although the Frykman classification does not directly assist with treatment, it emphasizes the involvement of articular surfaces and the distal ulna<sup>(4)</sup>.

### Melone Classification

The Melone classification (Table 2) divides the distal radius into four sections. Two central fragments together form the lunate fossa<sup>(5)</sup>.

### AO Classification

This system consists of 27 subgroups divided into three main categories:

- A: Extra-articular.
- B: Partially intra-articular.
- C: Completely intra-articular.

In addition, this classification identifies the direction of displacement, the degree of comminution, and ulnar damage<sup>(6)</sup>.

### Fernandez Classification

The Fernandez classification (Table 3) responds to the AO system by focusing on the mechanism of injury with an emphasis on guiding treatment<sup>(7)</sup>.

### Universal Classification

This classification is descriptive, but lacks a direct treatment-oriented approach<sup>(8)</sup> (Table 4).

**Table 1: Frykman Classification**

Radius Fracture	Ulna Fracture	
	Absent	Present
Extra-articular	I	II
Intra-articular involving radiocarpal joint	III	IV
Intra-articular involving DRUJ (distal radio-ulnar joint)	V	VI
Intra-articular involving both radiocarpal & DRUJ	VII	VIII

**Table 2: Melone Classification**

Type	Description	Note
I	No displacement of the medial complex, no comminution.	Fracture is stable after closed reduction
II	Unstable depression fracture of the lunate fossa ("die-punch"). Moderate to severe medial complex displacement. Comminution of dorsal and volar cortices.	IIA - Irreducible, closed fracture. IIB - Irreducible, closed due to impaction
III	Type II fracture plus a volar spike of the radius.	May impinge on median nerve
IV	Split fracture with severe comminution and rotation of fragments.	Unstable
V	Explosion injury with severe displacement and comminution.	Often associated with diaphyseal comminution

**2. Radial Inclination**

In Figure 10, radial inclination is indicated by the sharp line. Its natural angle ranges from 21 to 25 degrees. This angle is determined by the intersection of a line drawn along the distal articular surface of the radius in an anteroposterior wrist X-ray and a line perpendicular to the radial diaphysis

**3. Volar and Dorsal Tilt**

The volar and dorsal tilt angles are formed by the intersection of a line along the distal articular surface of the radius in a lateral X-ray and a line perpendicular to the diaphysis of the radius (Figure 11 and 12).

**4. Radial Length and Ulnar Variance**

Radial length plays a significant role in distal radius fractures. The normal radial length ranges from 9 to 12 millimeters. In these fractures, the affected bone collapses under impact, leading to a loss of length. An increase in relative ulnar length can result in ulnar impaction syndrome, a painful condition caused by excessive contact, friction, and wear between the ulna and the carpal bones. This can potentially lead to

degenerative tearing of the Triangular Fibrocartilage Complex (TFCC).

**5. Positive, Neutral, and Negative Ulnar Variance**

The relationship between radial length and ulnar variance is essential. Radial length is measured from the distal ulna to the radial styloid process. When ulnar variance is neutral (zero), the radial length should fall between 9 and 12 millimeters (Figure 13). Goals of repairing distal radius fractures are as follows:

- Radial Shortening: Less than 5 millimeters.
- Radial Inclination: Less than 15 degrees.
- Articular Step-off: Less than 2 millimeters.

**Classification**

The purpose of any classification system is as follows:

- Categorizing injuries.
- Guiding treatment.
- Facilitating discussions.
- Predicting outcomes.



Figure 10: Tear Drop Angle

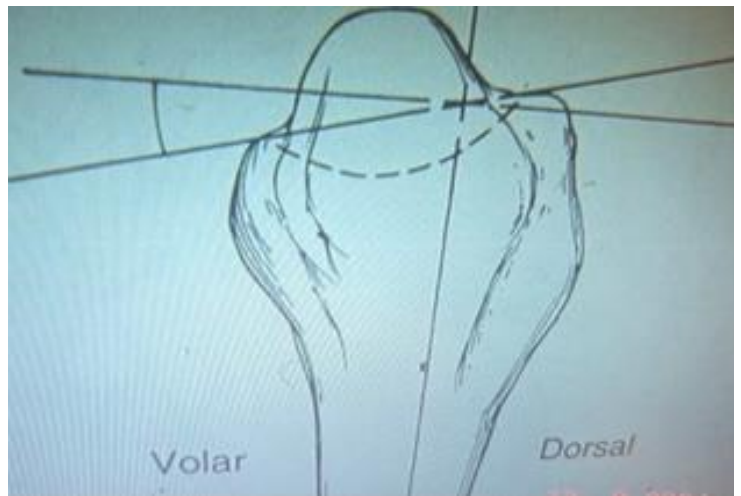


Figure 11: Tear Drop Angle

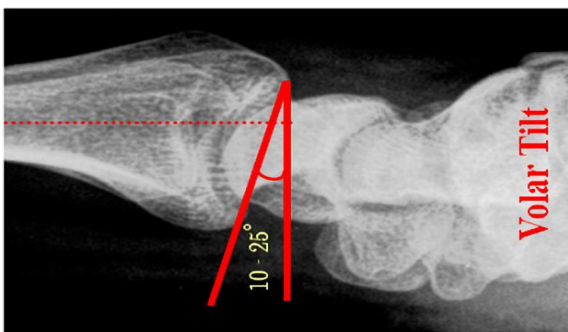


Figure 12: Tear Drop Angle

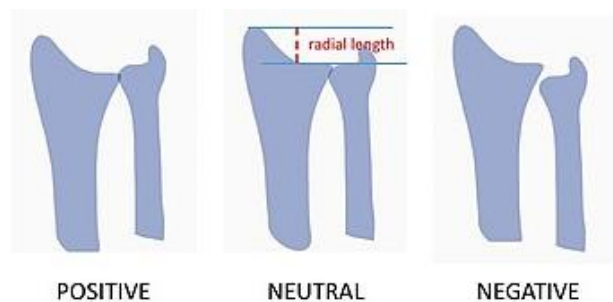


Figure 13: Tear Drop Angle

## Imaging

### Standard radiography

As observed in Figure 7, the lunate facet covers the volar surface of the bone.

Pre-reduction radiography can clearly reveal small, non-displaced fragments within the joint, which may become obscured after reduction or casting. Additionally, X-rays taken under traction can help identify these fragments (Figure 8).

### The tear drop angle

The volar edge fragment is evaluated using standard lateral radiography or a 10-degree lateral tilt to measure the angle, known as the tear drop angle. This angle is formed by the intersection of a line passing through the center of the tear drop and another line following the center of the radial longitudinal axis. Normally, the tear drop angle is approximately 70 degrees. However, as the volar border fragment becomes displaced, this angle decreases<sup>(3)</sup> (Figure 9).

### Computed Tomography (CT)

Although CT scans are not routinely necessary for most of these fractures, they are invaluable for surgical planning in complex and comminuted cases. When a CT scan is requested, it should be performed after initial reduction and immobilization to evaluate fragment displacement, joint surface irregularities, and comminution. Understanding the thickness of CT slices allows the surgeon to estimate the size and dimensions of the fragments.

Key Anatomical Parameters:

- Joint surface irregularity
- Radial inclination
- Volar and dorsal tilt
- Radial length and ulnar variance
- Comminution
- Associated fracture of the ulnar styloid

#### 1. Joint Surface Irregularity

The joint surface must be smooth to function properly. Irregularity can lead to pain, joint stiffness, and arthritis. Irregularities greater than 1 millimeter put the patient at a risk of developing arthritis.



Figure 7: Normal Wrist PA X-ray



Figure 8: Lateral X-ray: Normal Wrist



Figure 9: Tear Drop Angle

However, such eponyms are no longer commonly used, as the preferred terminology today is "distal radius fracture," which accurately encompasses all intra-articular and metaphyseal fractures of this region.

**Anatomy**

Treatment of distal radius fractures requires a complete understanding of the anatomy of the radius. For this purpose, Figure 1 - 6 have been used. Figure 1 displays the volar surface of the radius, with the lunate facet positioned on the left and the

scaphoid facet on the right. The proximal and volar bony prominence of the radius is known as the lunate facet buttress. This buttress provides structural support to the lunate facet and must be stabilized in cases of unstable fractures. The radial tuberosity (marked as X) is situated at the right edge of the bone, adjacent to the watershed line (also known as the water-shedding line), and is covered by the pronator quadratus muscle. The cortical bone in this region is notably thick and resilient. In Figure 2 and 3, the Lister's tubercle is seen at the center, which forms a thin cortical shell of low resistance.



Figure 1: Volar Surface of the Radius

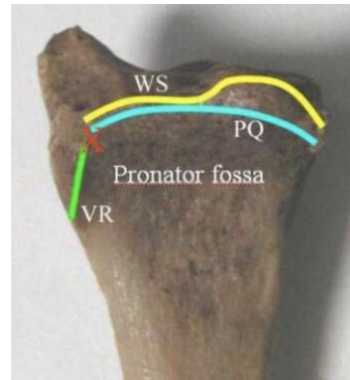


Figure 2: WS = Watershed



Figure 3: Dorsal Radius



Figure 4: Radial Surface of the Radius



Figure 5: Radius and ulna



Figure 6: Distal Radial Articular Surface: On the right is the scaphoid facet; on the left is the lunate facet. These surfaces have the strongest bones.

## Distal radius fracture (part one)

### Abstract

Distal radius fractures (fractures of the lower end of the radius) are among the most common hand injuries, with an increasing prevalence with age. These fractures have been recognized since ancient times and were first accurately described in the 18th century by Pouteau and later by Abraham Colles. Today, treating these fractures requires a precise understanding of the anatomy of the radius and the wrist joint. Standard imaging techniques, such as radiography and CT scans, are essential for fracture evaluation and surgical planning. Various classification systems exist for these fractures; however, there is still no global consensus on the best treatment approach. The primary goal of treatment is to restore wrist function to its pre-injury level. For active patients, anatomical reduction and surgery are recommended, whereas conservative treatment may be sufficient for elderly and inactive individuals. Key parameters, such as articular surface incongruity, dorsal tilt, and radial length, play a crucial role in treatment decisions. However, accurately assessing these parameters using conventional radiographs remains challenging. Ultimately, treatment should be tailored to the patient's activity level and individual needs. Extensive research has been conducted on this fracture, with over 1,800 articles published as of July 2022, including 628 in the past year alone. This article is the first part of a comprehensive review focusing on the anatomy, physiology, and treatment of this common fracture.

Dr. Aziz Ahmadi<sup>1</sup>

1. Orthopedic specialist and subspecialist in hand surgery - Founder of the Iranian Orthopedic Association.

Distal radius fracture is one of the most common hand injuries. A 1998 assessment in the United States reported approximately 643,000 cases annually<sup>(1)</sup>, with 372,000 occurring in individuals aged 65 and older<sup>(2)</sup>. The incidence of these fractures increases with age. The medical literature on this injury is extensive; by July 2022, over 1,800 articles had been published, including 628 within the past year. In ancient times, physicians such as Galen and Hippocrates [(131–201 BC)] considered this injury a wrist dislocation. This perception changed in 1783 when French surgeon Pouteau classified it as a distinct fracture, now known as the Pouteau fracture. However, due to the political climate of 18th-century Europe, the English-speaking medical community largely ignored French scientific contributions. It was not until 1814 that Irish surgeon Abraham Colles described the fracture in the *Edinburgh Medical and Surgical Journal*. His observations, based entirely on clinical examination, were remarkably precise—especially considering that radiography would not be invented until 1895, 81 years later. Most scholarly discussions of Colles' fracture include this historical account. In my view, referencing it is important for two reasons: first, to appreciate how past scientists achieved remarkable accuracy without modern diagnostic tools; and second, to acknowledge the enduring legacy of medical journals in preserving and transmitting knowledge. In fact, I obtained a copy of Colles' original publication from the University of Kentucky Medical School library. Colles stated that despite displacement, the limb would eventually regain full, painless movement<sup>(15)</sup>. While his prognosis was widely accepted for many years, it has been significantly challenged by modern research, particularly in recent decades. Over time, various classifications have been assigned to this fracture, including Smith, Barton, Melone V1, AO C3, and Chauffeur's fracture. The latter term has historical significance: in the early days of the automobile industry, cars were started using a hand crank. If the crank forcefully rebounded, it could cause a fracture of the radial styloid process.

Corresponding Author:  
Dr. Aziz Ahmadi  
Email address:  
aziz.ahmadi@gmail.com

- tissue regeneration: mesenchymal stem cells, secretome, and biomaterials. *International journal of molecular sciences*. 2021;22(10):5236. <https://doi.org/10.3390/ijms22105236>
- 56 Tomas M, Čandrić M, Juzbašić M, Ivanišević Z, Matijević N, Včev A, Cvijanović Pelozo O, Matijević M, Perić Kačarević Ž. Synthetic injectable biomaterials for alveolar bone regeneration in animal and human studies. *Materials*. 2021;14(11):2858. <https://doi.org/10.3390/ma14112858>
- 57 Bhushan S, Singh S, Maiti TK, Sharma C, Dutt D, Sharma S, Li C, Tag Eldin EM. Scaffold fabrication techniques of biomaterials for bone tissue engineering: a critical review. *Bioengineering*. 2022;9(12):728. <https://doi.org/10.3390/bioengineering9120728>
- 58 Collins MN, Ren G, Young K, Pina S, Reis RL, Oliveira JM. Scaffold fabrication technologies and structure/function properties in bone tissue engineering. *Advanced functional materials*. 2021;31(21):2010609. <https://doi.org/10.1002/adfm.202010609>
- 59 Ravoor J, Thangavel M, Elsen S R. Comprehensive review on design and manufacturing of bio-scaffolds for bone Regeneration. *ACS applied bio materials*. 2021;4(12):8129-8158. <https://doi.org/10.1021/acsabm.1c00949>
- 60 Arefin AM, Khatri NR, Kulkarni N, Egan PF. Polymer 3D printing review: Materials, process, and design strategies for medical applications. *Polymers*. 2021;13(9):1499. <https://doi.org/10.3390/polym13091499>
- 61 Mohd N, Razali M, Ghazali MJ, Abu Kasim NH. Current Advances of Three-Dimensional Bioprinting Application in Dentistry: A Scoping Review. *Materials*. 2022;15(18):6398. <https://doi.org/10.3390/ma15186398>
- 62 Merivaara A, Zini J, Koivunotko E, Valkonen S, Korhonen O, Fernandes FM, Yliperttula M. Preservation of biomaterials and cells by freeze-drying: Change of paradigm. *Journal of Controlled Release*. 2021;336:480-498. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2021.06.042>
- 63 Wong SK, Yee MM, Chin KY, Ima-Nirwana S. A review of the application of natural and synthetic scaffolds in bone regeneration. *Journal of Functional Biomaterials*. 2023;14(5):286. <https://doi.org/10.3390/jfb14050286>
- 64 Lodoso-Torrecilla I, van den Beucken JJ, Jansen JA. Calcium phosphate cements: Optimization toward biodegradability. *Acta biomaterialia*. 2021;119:1-2. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2020.10.013>
- 65 Hou X, Zhang L, Zhou Z, Luo X, Wang T, Zhao X, Lu B, Chen F, Zheng L. Calcium phosphate-based biomaterials for bone repair. *Journal of functional biomaterials*. 2022;13(4):187. <https://doi.org/10.3390/jfb13040187>
- 66 Tronco MC, Cassel JB, Dos Santos LA.  $\alpha$ -TCP-based calcium phosphate cements: A critical review. *Acta biomaterialia*. 2022;151:70-87. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2022.08.040>
- 67 Hurler K, Oliveira JM, Reis RL, Pina S, Goetz-Neunhoffer F. Ion-doped brushite cements for bone regeneration. *Acta biomaterialia*. 2021;123:51-71. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2021.01.004>
- 68 Ielo I, Calabrese G, De Luca G, Conoci S. Recent advances in hydroxyapatite-based biocomposites for bone tissue regeneration in orthopedics. *International journal of molecular sciences*. 2022;23(17):9721. <https://doi.org/10.3390/ijms23179721>
- 69 Mohd Zaffarin AS, Ng SF, Ng MH, Hassan H, Alias E. Nano-hydroxyapatite as a delivery system for promoting bone regeneration in vivo: a systematic review. *Nanomaterials*. 2021;11(10):2569. <https://doi.org/10.3390/nano11102569>
- 70 Tavoni M, Dapporto M, Tampieri A, Sprio S. Bioactive calcium phosphate-based composites for bone regeneration. *Journal of Composites Science*. 2021;5(9):227. <https://doi.org/10.3390/jcs5090227>
- 71 Prasad A. State of art review on bioabsorbable polymeric scaffolds for bone tissue engineering. *Materials Today: Proceedings*. 2021;44:1391-400. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.622>
- 72 Fraile-Martínez O, García-Montero C, Coca A, Álvarez-Mon MA, Monserrat J, Gómez-Lahoz AM, Coca S, Álvarez-Mon M, Acero J, Bujan J, García-Honduvilla N. Applications of polymeric composites in bone tissue engineering and jawbone regeneration. *Polymers*. 2021;13(19):3429. <https://doi.org/10.3390/polym13193429>
- 73 Toledano-Osorio M, Toledano M, Manzano-Moreno FJ, Vallecillo C, Vallecillo-Rivas M, Rodríguez-Archilla A, Osorio R. Alveolar bone ridge augmentation using polymeric membranes: A systematic review and meta-analysis. *Polymers*. 2021;13(7):1172. <https://doi.org/10.3390/polym13071172>
- 74 Gherasim O, Grumezescu AM, Grumezescu V, Negut I, Dumitrescu MF, Stan MS, Nica IC, Holban AM, Socol G, Andronescu E. Bioactive coatings based on hydroxyapatite, kanamycin, and growth factor for biofilm modulation. *Antibiotics*. 2021;10(2):160. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10020160>
- 75 Gu Y, Xie X, Zhuang R, Weir MD, Oates TW, Bai Y, Zhao L, Xu HH. A biphasic calcium phosphate cement enhances dentin regeneration by dental pulp stem cells and promotes macrophages M2 phenotype in vitro. *Tissue engineering Part A*. 2021;27(17-18):1113-1127. <https://doi.org/10.1089/ten.tea.2020.0257>
- 76 Najafloo R, Baheiraei N, Imani R. Synthesis and characterization of collagen/calcium phosphate scaffolds incorporating antibacterial agent for bone tissue engineering application. *Journal of Bioactive and Compatible Polymers*. 2021;36(1):29-43. <https://doi.org/10.3390/ma14195860>
- 77 Tomas M, Čandrić M, Juzbašić M, Ivanišević Z, Matijević N, Včev A, Cvijanović Pelozo O, Matijević M, Perić Kačarević Ž. Synthetic injectable biomaterials for alveolar bone regeneration in animal and human studies. *Materials*. 2021;14(11):2858. <https://doi.org/10.3390/ma14112858>
- 78 Tang G, Liu Z, Liu Y, Yu J, Wang X, Tan Z, Ye X. Recent trends in the development of bone regenerative biomaterials. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*. 2021;9:665813. <https://doi.org/10.3389/fcell.2021.665813>

- Materials and Polymeric Biomaterials. 2023;72(9):725-737. <https://doi.org/10.1080/00914037.2022.2052729>
- 28 Wang Y, Zhang H, Hu Y, Jing Y, Geng Z, Su J. Bone repair biomaterials: a perspective from immunomodulation. *Advanced Functional Materials*. 2022;32(51):2208639. <https://doi.org/10.1002/adfm.202208639>
- 29 Cuylear DL, Elghazali NA, Kapila SD, Desai TA. Calcium phosphate delivery systems for regeneration and biomineralization of mineralized tissues of the craniofacial complex. *Molecular Pharmaceutics*. 2023;20(2):810-828. <https://doi.org/10.1021/acs.molpharmaceut.2c00652>
- 30 Mishchenko O, Yanovska A, Kosinov O, Maksymov D, Moskalenko R, Ramanavicius A, Pogorielov M. Synthetic calcium-phosphate materials for bone grafting. *Polymers*. 2023;15(18):3822. <https://doi.org/10.3390/polym15183822>
- 31 Díaz-Cuenca A, Rabadjieva D, Sezanova K, Gergulova R, Ilieva R, Tepavitcharova S. Biocompatible calcium phosphate-based ceramics and composites. *Materials Today: Proceedings*. 2022;61:1217-1225. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.01.329>
- 32 Vezenkova A, Locs J. Sudoku of porous, injectable calcium phosphate cements-Path to osteoinductivity. *Bioactive Materials*. 2022;17:109-124. <https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2022.01.001>
- 33 Xu C, Sun Y, Jansen J, Li M, Wei L, Wu Y, Liu Y. Calcium phosphate ceramics and synergistic bioactive agents for osteogenesis in implant dentistry. *Tissue Engineering Part C: Methods*. 2023;29(5):197-215. <https://doi.org/10.1089/ten.tec.2023.0042>
- 34 Straumann technical team. Straumann Bonceramic. 2023. Available from :<https://www.straumann.com/ca/en/dental-professionals/products-and-solutions/biomaterials/bone-substitutes/boneceramic.html>.
- 35 Nicholson JW. Periodontal Therapy using Bioactive glasses: a review. *Prosthesis*. 2022;4(4):648-663. <https://doi.org/10.3390/prosthesis4040052>
- 36 Sohrabi M, Hesaraki S, Kazemzadeh A, Alizadeh M. The influence of sol-gel processing method on physical properties and acellular in vitro reactivity of bioactive glasses based on CaO-SiO<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: acidic catalysed single step process versus acid-base two step quick-gelling method. *Journal of Advanced Materials and Technologies*. 2013 Nov 22;2(3):31-6. <https://doi.org/10.30501/jamt.2011.70221>
- 37 Vasa Dentistry Limited. Novabone Perioglas. 2016. Available from: <https://www.dentalkart.com/novabone-perioglas-1.html>.
- 38 Rokaya D, Singh AK, Sanohkan S, Nayar S. Advanced polymers for craniomaxillofacial Regeneration. In *Specialty Polymers* 2023:397-409. <http://dx.doi.org/10.1201/9781003278269-26>
- 39 Lin Y, Li G, Xu T, Zhou X, Luo F. The efficacy of alveolar ridge split on implants: a systematic review and meta-analysis. *BMC oral health*. 2023;23(1):894. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03643-2>
- 40 Shakya A, Li Y, Chang NW, Liu X. Supra-Alveolar Bone Regeneration: Progress, Challenges, and Future Perspectives. *Composites Part B: Engineering*. 2024;283:111673. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2024.111673>
- 41 He B, Zhang M, Yin L, Quan Z, Ou Y, Huang W. bFGF-incorporated composite biomaterial for bone regeneration. *Materials & Design*. 2022;215:110469. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2022.110469>
- 42 Kalsi S, Singh J, Sehgal SS, Sharma NK. Biomaterials for tissue engineered bone Scaffolds: A review. *Materials Today: Proceedings*. 2023;81:888-93. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.04.273>
- 43 Liu M, Liu Y, Luo F. The role and mechanism of platelet-rich fibrin in alveolar bone regeneration. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2023;168:115795. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2023.115795>
- 44 Lahham C, Ta'a MA, Lahham E, Michael S, Zarif W. The effect of recurrent application of concentrated platelet-rich fibrin inside the extraction socket on the hard and soft tissues. a randomized controlled trial. *BMC Oral Health*. 2023;23(1):677. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03400-5>
- 45 Platelet-rich fibrin may reduce the risk of delayed recovery in tooth-extracted patients undergoing oral bisphosphonate therapy: a trial study. 2017;21:2165-2172 <https://doi.org/10.1007/s00784-016-2004-z>
- 46 Pereira VB, da Silva Barbirato D, do Lago CA, do Egito Vasconcelos BC. The effect of advanced platelet-rich fibrin in tissue regeneration in reconstructive and graft surgery: Systematic review. *Journal of Craniofacial Surgery*. 2023;34(4):1217-1221. <https://doi.org/10.1097/SCS.00000000000009328>
- 47 Laubach M, Hildebrand F, Suresh S, Wagels M, Kobbe P, Gilbert F, Kneser U, Holzapfel BM, Hutmacher DW. The concept of scaffold-guided bone regeneration for the treatment of long bone defects: current clinical application and future perspective. *Journal of Functional Biomaterials*. 2023;14(7):341. <https://doi.org/10.3390/jfb14070341>
- 48 Yang Z, Wu C, Shi H, Luo X, Sun H, Wang Q, Zhang D. Advances in barrier membranes for guided bone regeneration techniques. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*. 2022; 10:921576. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.921576>
- 49 Alqahtani AM. Guided tissue and bone regeneration membranes: a review of biomaterials and techniques for periodontal treatments. *Polymers*. 2023;15(16):3355. <https://doi.org/10.3390/polym15163355>
- 50 Alauddin MS, Abdul Hayei NA, Sabarudin MA, Mat Baharin NH. Barrier membrane in regenerative therapy: a narrative review. *Membranes*. 2022;12(5):444. <https://doi.org/10.3390/membranes12050444>
- 51 Solomon SM, Sufaru IG, Teslaru S, Ghiciuc CM, Stafie CS. Finding the perfect membrane: Current knowledge on barrier membranes in regenerative procedures: A descriptive review. *Applied Sciences*. 2022;12(3):1042. <https://doi.org/10.3390/app12031042>
- 52 Lai C, Cheng M, Ning C, He Y, Zhou Z, Yin Z, Zhu P, Xu Y, Yu P, Xu S. Janus electro-microenvironment membrane with surface-selective osteogenesis/gingival healing ability for guided bone regeneration. *Materials Today Bio*. 2022;17:100491. <https://doi.org/10.1016/j.mtbio.2022.100491>
- 53 Yang Z, Wu C, Shi H, Luo X, Sun H, Wang Q, Zhang D. Advances in barrier membranes for guided bone regeneration techniques. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*. 2022;10:921576. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.921576>
- 54 Mizraji G, Davidzohn A, Gursoy M, Gursoy UK, Shapira L, Wilensky A. Membrane barriers for guided bone regeneration: An overview of available biomaterials. *Periodontology* 2000. 2023;93(1):56-76. <https://doi.org/10.1111/prd.12502>
- 55 Gugliandolo A, Fonticoli L, Trubiani O, Rajan TS, Marconi GD, Bramanti P, Mazzon E, Pizzicannella J, Diomedede F. Oral bone

In the coming years, the development of synthetic biomaterials will likely prioritize enhancing their capability to regenerate bone defects larger than 5 mm. Achieving this goal will require materials or composites with significantly higher mechanical strength and stability<sup>(78)</sup>.

## References

- S. Ramalingam, C. Sundar, J.A. Jansen, H. Alghamdi, Alveolar bone science: Structural characteristics and pathological changes, *Dent. Implant. Bone Grafts*, Elsevier, 2020: 1–22. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102478-2.00001-5>
- A.Ramaki, M.A.Ebrahim kheil, H.A.Ehsan, Studying the causes of bone loss around dental implants, *Medical Science Magazine*. 2024; 33-56. <https://doi.org/10.58342/ghalibMj.V.1.I.1.5>
- Y.N. Alawaji, A. Alshammari, N. Mostafa, R.M. Carvalho, J. Aleksejuniene, Periodontal disease prevalence, extent, and risk associations in untreated individuals, *Clin. Exp. Dent. Res.* (2022); 8(1): 380–394. <https://doi.org/10.1002/cre2.526>
- T. Li, X. Zeng, S. Zou, Y. Xu, P. Duan, Recent advances in horizontal alveolar bone regeneration, *Biomed. Mater.* 2023;18: 52004. <https://doi.org/10.1088/1748-605X/acd672>.
- M. Galli, Y. Yao, W. V Giannobile, H.-L. Wang, Current and future trends in periodontal tissue engineering and bone regeneration, *Plast. Aesthetic Res.* 2021;8(3): 1-29. <https://doi.org/10.20517%2F2347-9264.2020.176>
- K.A. Saidolimovich, classification of acquired lower jaw defects, *Web Med. J. Med. Pract. Nurs.* 2023;1: 12–18. <https://webofjournals.com/index.php/5/article/view/65>
- Inchingolo AM, Patano A, Di Pede C, Inchingolo AD, Palmieri G, de Ruvo E, Campanelli M, Buongiorno S, Carpentiere V, Piras F, Settanni V. Autologous Tooth Graft: Innovative Biomaterial for Bone Regeneration. Tooth Transformer® and the Role of Microbiota in Regenerative Dentistry. A Systematic Review. *Journal of Functional Biomaterials.* 2023;14(3):132. <https://doi.org/10.3390/jfb14030132>
- Attar BM, Naghdi N, Sh ME, Mehdizadeh M. Chin symphysis bone, allograft, and platelet-rich fibrin: is the combination effective in repair of alveolar cleft?. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.* 2017;75(5):1026-1035. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2016.12.026>
- M.P. Ferraz, Bone grafts in dental medicine: an overview of autografts, allografts and synthetic materials, *Materials (Basel).* 2023;16(11):4117. <https://doi.org/10.3390/ma16114117>
- Markus.S, Bone Augmentation.2023. Available from: <http://zahnarzt-team-luzern.ch>.
- Di Stefano DA, Orlando F, Ottobelli M, Fiori D, Garagiola U. A comparison between anorganic bone and collagen-preserving bone xenografts for alveolar ridge preservation: systematic review and future perspectives. *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery.* 2022;44(1):24. <https://doi.org/10.1186/s40902-022-00349-3>
- Seibert JS, Salama H. Alveolar ridge preservation and Regeneration. *Periodontology 2000.* 1996;11(1):69-84. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0757.1996.tb00185.x>
- Urban IA, Montero E, Amerio E, Palombo D, Monje A. Techniques on vertical ridge augmentation: Indications and effectiveness. *Periodontology 2000.* 2023;93(1):153-182. <https://doi.org/10.1111/prd.12471>
- Chan M. Bone-Grafting Techniques and Biomaterials for Alveolar Ridge Augmentation. *Oral and Maxillofacial Surgery, Medicine, and Pathology for the Clinician.* 2023:45-83. <https://doi.org/10.1002/9781119362579.ch6>
- Alshamrani AM, Mubarki M, Alsager AS, Alsharif HK, AlHumaidan SA, Al-Omar A. Maxillary Sinus Lift Procedures: An Overview of Current Techniques, Presurgical Evaluation, and Complications. *Cureus.* 2023;15(11):1-10. <https://doi:10.7759/cureus.49553>
- Buser D, Urban I, Monje A, Kunrath MF, Dahlin C. Guided bone regeneration in implant dentistry: Basic principle, progress over 35 years, and recent research activities. *Periodontology 2000.* 2023;93(1):9-25. <https://doi.org/10.1111/prd.12539>
- Miron RJ. Optimized bone grafting. *Periodontology 2000.* 2024;94(1):143-160. <https://doi.org/10.1111/prd.12517>
- Navarrete KC, Velasteguí EH, Guevara CM. Comparison of the effectiveness and safety between autologous bone grafts and xenografts for the treatment of alveolar bone defects: Overview of systematic reviews using FRISBEE methodology. *Journal of Oral Research.* 2022;11(6):4. doi:10.17126/joralres.2022.067
- Abellán Íñiguez D. Ridge preservation in molar extraction sites comparing xenograft versus mineralized freeze-dried bone allograft: a randomized clinical trial. 2022;33(5):511-523 <https://doi.org/10.1111/clr.13911>
- Zampara E, Alshammari M, De Bortoli J, Mullings O, Gkisakis IG, Benalcázar Jalkh EB, Tovar N, Coelho PG, Witek L. A histologic and histomorphometric evaluation of an allograft, xenograft, and alloplast graft for alveolar ridge preservation in humans: a randomized controlled clinical trial. *Journal of Oral Implantology.* 2022;48(6):541-549. <https://doi.org/10.1563/aaid-joi-D-21-00012>
- Wickramasinghe ML, Dias GJ, Premadasa KM. A novel classification of bone graft materials. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials.* 2022;110(7):1724-1749. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.35029>
- Botiss technical team. Cerabone. 2023. Available from: <https://botiss.com/product/Cerabone>
- Zimvie technical team. Cerabone. 2023. Available from: <https://zimvie.com/en/dental/biomaterial-solutions/bone-graft-materials/puros-block-allograft-na.html>
- Mtfbiologics technical team . DBX Putty. 2024. available from: <https://www.mtfbiologics.org/ourproducts/detail/dbxputty#:~:text=Tissue%20represented%20by%20DePuy%20Synthes, stability%20of%20the%20bone%20structure.>
- Namanloo R.A., Ommani M., Abbasi K., Alam M., Badkoobeh A., Rahbar M., Arasteh H.K., Hajmohammadi E., Soufdoost R.S., Mosaddad S.A., Biomaterials in guided bone and tissue regenerations: an update, *Adv. Mater. Sci. Eng.* 2022;2022:1-14. <https://doi.org/10.1155/2022/2489399>
- Girón J, Kerstner E, Medeiros T, Oliveira L, Machado GM, Malfatti CF, Pranke P. Biomaterials for bone regeneration: An orthopedic and dentistry overview. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research.* 2021;54:e11055. <https://doi.org/10.1590/1414-431X2021e11055>
- Al Maruf DA, Parthasarathi K, Cheng K, Mukherjee P, McKenzie DR, Crook JM, Wallace GG, Clark JR. Current and future perspectives on biomaterials for segmental mandibular defect repair. *International Journal of Polymeric*

natural polymers is their ease of forming hydrogels, which can absorb large amounts of liquid and be injected into defects. The most important synthetic biocompatible polymers with hydrolytic or enzymatic degradation properties within the body include polylactic acid (PLA), polyglycolic acid (PGA), polylactic-co-glycolic acid (PLGA), polyethylene glycol (PEG), polycaprolactone (PCL), and polyurethane (PU)<sup>(70)</sup>.

According to research reports, PLA and PLGA have gained the most interest in bone tissue engineering scaffolds. The advantages of biodegradable synthetic polymers include their cost-effectiveness, physical stability, minimal immune system stimulation, and controllable degradation rate<sup>(70,71)</sup>. Biodegradable polymers are also of significant interest in the production of GBR membranes, and various types of these biological membranes are commercially produced and used in jawbone regeneration for augmentation, sinus lifts, flap surgeries, etc. However, there are still some limitations and challenges associated with them, and researchers are continuously working on optimizing their mechanical, chemical, and biological properties<sup>(48,50,72)</sup>.

### Biomaterial Composites with Enhanced Properties

While ceramic and polymer biomaterials each offer unique advantages for biological scaffold construction, they also have limitations. Researchers have therefore sought to create composite biomaterials that exhibit exceptional properties unattainable through individual components alone<sup>(9,26)</sup>.

The combination of various ceramics and calcium phosphate cements is commercially well-established. Hydroxyapatite (HA), in particular, can be integrated with numerous natural and synthetic polymers, cells, and growth factors to better mimic the natural bone structure. This approach enhances osteoinductive and osteoconductive properties, facilitating bone formation and tissue regeneration<sup>(73)</sup>.

For instance, commercial enterprises have developed biphasic materials containing both HA and  $\beta$ -TCP in varying proportions for specific applications. One such product, EasyGraft™ Crystal, consists of 60% HA and 40%  $\beta$ -TCP, to take benefits of HA's stability and  $\beta$ -TCP's solubility simultaneously. This composite is particularly suitable for periapical dental procedures<sup>(9,74)</sup>.

Collagen, a critical factor in the mineralization of the bone matrix, has demonstrated significant osteogenic results when combined with calcium phosphates. An example is the Integra Mozaik™ product, which contains 80%  $\beta$ -TCP and 20% type I collagen<sup>(9,75)</sup>. In the category of polymers, combining natural and synthetic polymers is widely applied to achieve both mechanical and biological benefits. A notable example is Fisiograft®, which includes hyaluronic acid and the biodegradable polymer PEG<sup>(9)</sup>.

Hydrogels have also garnered special attention due to their liquid-absorbing capacity and 3D structure. These materials provide an ideal environment for embedding bone cells and growth factors, allowing for straightforward injection into complex mandibular bone defects<sup>(76)</sup>.

Efforts to improve the mechanical, rheological, and biological properties, as well as the ease of application of biomaterial composites, continue. Many composites that combine ceramics with polymers, cells, and osteogenic factors are currently undergoing human clinical trials and are poised for commercialization<sup>(77)</sup>.

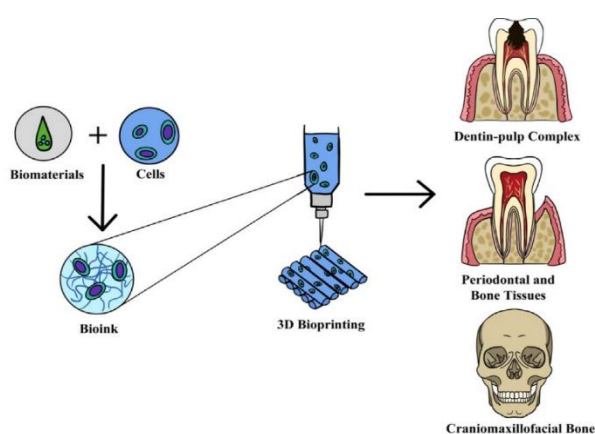
### Future Perspectives and Challenges

The growing demand for solutions to mandibular and alveolar bone regeneration, alongside advancements in surgical techniques and tools, underscores the critical need for grafts and biomaterials that facilitate and accelerate new bone formation. Efforts to optimize the processing of allografts and xenografts aim to eliminate the risk of infection and disease transmission, driving continuous development in this field.

Synthetic biomaterials, with their versatility, reproducibility in production, injectability, self-setting properties, and tunable mechanical and chemical characteristics, remain a focus of extensive research. These materials are being studied to maximize their biological performance in stimulating and supporting osteogenesis.

Given the high success rates of xenografts in bone regeneration, future advancements are expected to involve combining them with biomaterials and novel, more efficient biological molecules. This integration holds great promise for further progress in the Regeneration of mandibular and alveolar bone.

3D printing, also known as additive manufacturing, has been widely used in bone tissue engineering. This method is fast, precise, and offers repeatability, with controllable parameters. Complex shapes and volumes of bone defects, even with porous structures, can be easily designed and fabricated layer by layer through a software design system connected to the printing machine. Furthermore, growth factors, osteogenesis-stimulating molecules, and stem cells can be added through this technique (Figure 4). Moreover, biodegradable polymers with low melting points, such as PLA, PLGA, PCL, and others, can also be printed in porous forms using this method<sup>(59)</sup>.



**Figure 4: Schematic of the use of cells and biomaterials in 3D printing methods with bioinks for the regeneration of bone tissues around the teeth, jaw, and skull<sup>(60)</sup>.**

Freeze-drying is another method for producing highly porous polymeric and ceramic scaffolds. In this process, a polymer solution is frozen, causing the organic solvent within it to freeze. Then, through the freeze-drying process, the solvent is removed from the structure, leaving behind pores in its place. Temperature directly affects the size and distribution of the pores within the scaffold. Ultimately, a porous structure is formed where the pores are interconnected internally. However, scaffolds produced using this method may lack sufficient mechanical strength, necessitating additional modification processes to improve this property<sup>(61)</sup>.

### Biological Scaffold Compositions

Commonly used biological scaffolds in the field of alveolar and mandibular defect regeneration are primarily based on calcium-phosphate cements and

ceramics. However, another category has been developed based on biocompatible and biodegradable polymers<sup>(62)</sup>. Calcium phosphate cements, which form a paste when combined with water, come in various types, with the composition percentage and reaction temperature determining the type and properties of the material. For example, with a calcium-to-phosphate ratio of 1.3 (Ca/P=1.3) at temperatures between 900-1100°C,  $\beta$ -tricalcium phosphate ( $\beta$ -TCP) or  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\beta$  forms. On the other hand, if the calcium-to-phosphate ratio is 1.5, at temperatures above 1125°C, tetracalcium phosphate (TTCP) or  $\alpha$ -TCP ( $\alpha$ - $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ) will form<sup>(63,64)</sup>. Both materials are widely used in alveolar and mandibular bone defect repair.  $\alpha$ -TCP is more reactive in aqueous solutions compared to  $\beta$ -TCP, producing an apatite product, while  $\beta$ -TCP is more stable and produces a product called brushite ( $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )<sup>(63,65)</sup>. Brushite absorbs more water compared to apatite, resulting in faster setting and hardening. In clinical applications, the setting time of calcium phosphate cements based on brushite is longer, while that of apatites is shortened to control the hardening process<sup>(66)</sup>. Hydroxyapatite (HA), which is formed from apatite ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ), is one of the most widely used calcium phosphate compounds due to its close resemblance to the mineral portion of human bone. Clinical reports indicate its excellent osteoconductivity without causing inflammation, cytotoxicity, or immune system stimulation<sup>(67)</sup>. Nano-hydroxyapatite particles, with a size of less than 100 nanometers, exhibit a much closer functional resemblance to the mineral particles found in bone tissue due to increased surface activity between the ultra-fine particles<sup>(68)</sup>.

Calcium phosphate ceramics, another group of biomaterials, are processed into granules or blocks with or without porosity, unlike cements that form a paste. They are composed of hydroxyapatite (HA), tricalcium phosphate ( $\alpha$ -TCP and  $\beta$ -TCP), biphasic calcium phosphate (BCP), which is a combination of HA and tricalcium phosphate, amorphous calcium phosphate (ACP), etc.<sup>(69)</sup>.

Natural and synthetic biocompatible and biodegradable polymers form another category of biomaterials widely used in research for creating biological scaffolds. Examples of natural polymers include alginate, chitosan, gelatin, collagen, glucosamine glycan, hyaluronic acid, etc., which have biochemical and structural properties similar to the organic matrix of natural bone. A key feature of these

1	Non-resorbable	Cytoplast TXT 200	Osteogenics Biomedical Co. (USA)	PTFE	GBR	200–300	Unlimited	Non-resorbable
2	Non-resorbable	Surgitime	Bioinnovation Co. (Brazil)	PTFE	GTR	250	Unlimited	—
3	Resorbable	Bio-Gide	Geistlich Biomaterials Co. (Switzerland)	Porcine collagen	GTR/GBR	730	4–6 weeks	—
4	Resorbable	Botiss-Jason	Botiss Biomaterials Co. (Germany)	Cross-linked collagen	GTR/GBR	200	12 weeks	12–28 weeks
5	Resorbable	Regen Allograft	Iranian Tissue Products	Human cadaver collagen	GTR	300–1800	—	—
6	Resorbable	Guidor	Sunstar Americas (USA)	PLA	GBR	600–750	4–6 weeks	6–8 weeks
7	Resorbable	Tisseos	Biomedical Tisseos (France)	PLGA	GBR	650	8 weeks	16-24 weeks

### Unique Features of Synthetic Biomaterials and Challenges Compared to Common Allografts

Biomaterials and the biological scaffolds derived from them offer significant relative advantages compared to allografts. They typically possess high osteoinductive and osteoconductive properties, whereas allografts generally exhibit osteoconductivity alone. Osteoinductive properties are created and enhanced through growth factors, stem cells, progenitor cells, and cytokines embedded in synthetic biological scaffolds. Bone healing, especially for fractures, heavily relies on osteoinduction; thus, scaffolds made from synthetic biomaterials have garnered significant attention. Another advantage is their minimal risk of infection transmission and disease spread compared to allografts<sup>(9,54)</sup>. They involve less invasive surgical procedures, leading to reduced wound occurrences. Furthermore, their mechanical strength, physical shape, and reactivity can be controlled by altering the components and through chemical processes. These materials can be fabricated into gels or hydrogels and injected directly into the defect site, or synthesized into powders for molding purposes<sup>(26)</sup>.

Unlike autografts, allografts, and xenografts, which often face supply limitations, synthetic biomaterials are highly accessible and can be easily produced on a

large scale<sup>(55)</sup>. In dentistry, the application of synthetic biomaterials has become popular in several strategies, including maxillary sinus lifts, periodontal defects, and crest bone augmentation<sup>(26,55)</sup>.

### Methods for Synthesizing and Fabricating Synthetic Biomaterial Scaffolds

The methods used to create scaffolds or composites from biomaterials must be capable of forming porous structures with pore sizes greater than 100  $\mu\text{m}$  to allow for the migration of bone cells and angiogenesis. These scaffolds mimic the structure of bone tissue and significantly enhance the results of bone regeneration<sup>(56,57)</sup>. In addition, the integration of osteoinductive molecules and factors, such as Bone Morphogenetic Protein 2 (BMP-2), Fibroblast Growth Factor 2 (FGF-2), Insulin-like Growth Factor (IGF), and Platelet-derived Growth Factor BB (PDGF-BB), which play essential roles in the bone regeneration process, is possible<sup>(58)</sup>.

Over the past decade, freeze-drying techniques, often combined with electrospinning, 3D bioprinting, and particle leaching techniques, have gained significant popularity. Among these, 3D printing and freeze-drying have found more widespread commercial applications<sup>(56,57,58)</sup>.

occurs without invasion by competitive soft tissue cells, such as those from the gingiva and its surroundings, which typically exhibit higher proliferation and growth rates<sup>(49)</sup>.

After performing GBR procedure, bone regeneration undergoes a series of specific transformations. Within 24 hours of the bone graft, the space created by the barrier membrane is filled with a blood clot. Subsequently, growth factors (derived from platelets or Platelet Derived Growth Factors (PDGFs)) and cytokines (such as IL-8) are released to attract neutrophils and macrophages. The clot is then

absorbed and replaced by granulation tissue, which is rich in newly formed blood vessels. Through these vessels, nutrients and mesenchymal stem cells, which are osteogenic, are transported and participate in the formation of osteoid. The mineralization of osteoid forms a woven bone structure that later serves as a template for the deposition of lamellar bone(Figure 3). All these processes occur over a period of 3 to 4 months<sup>(46,48,50)</sup>.

The characteristics of several commercial membranes are presented in Table 2.

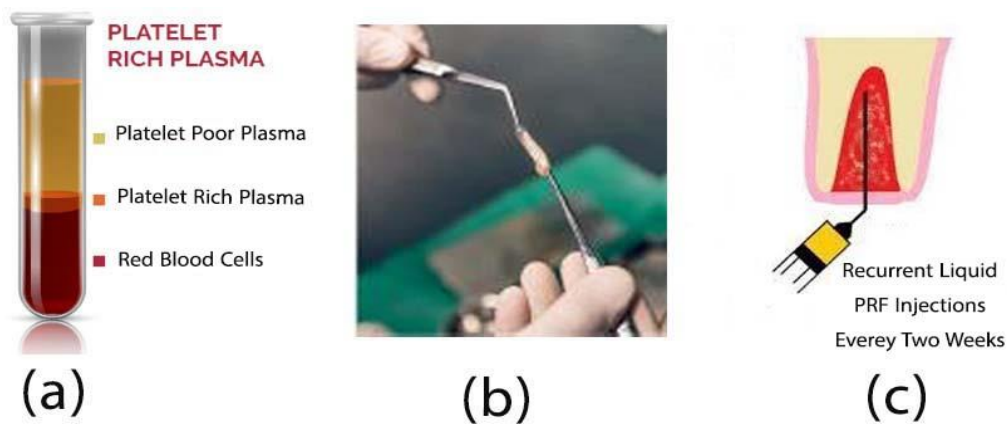


Figure 2: (a) Processing of the PRF clot from human blood, (b) isolation of the fibrin clot, and (c) injection into a maxillary bone defect<sup>(43,44)</sup>.

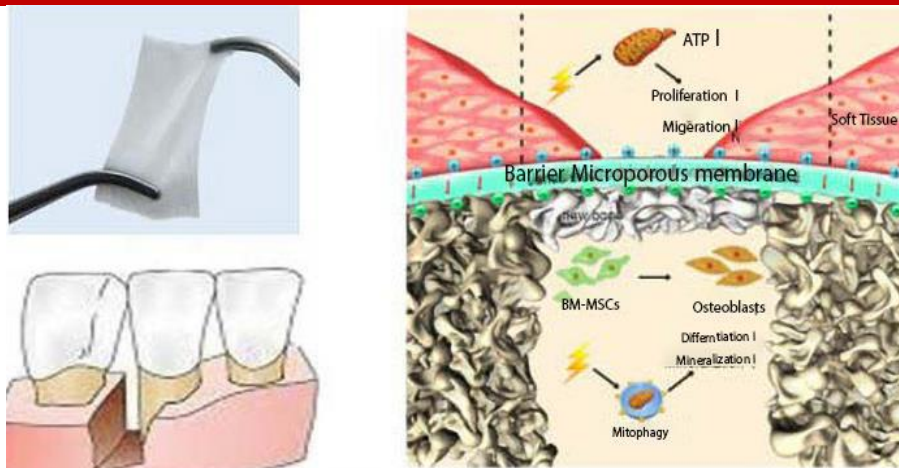


Figure 3: Illustration of the use of a barrier membrane in bone defect regeneration, showcasing its biological role in the differentiation and proliferation of osteogenic cells<sup>(51)</sup>. (Reproduced with permission from Chunhua et al.)

Table 2: Physical and structural properties of various commercial barrier membranes<sup>(50,52,53)</sup>

Row	Membrane Type	Commercial Brand	Manufacturer	Composition	Application	Membrane Thickness (µm)	Stability Period Without Degradation	Bio-Absorption Duration

the implant surgery and surrounding bone regeneration without any issues<sup>(14)</sup>. In another research study on alveolar ridge bone in 108 patients, following immediate implant placement, it was observed that 41% of 308 patients who had previously undergone implant surgery used deproteinized bovine mineral cements for ridge bone augmentation<sup>(38)</sup>.

### Biological Scaffolds Used in Jawbone and Alveolar Regeneration

Regeneration of jawbone and peri-dental tissues has always been considered challenging due to their anatomical complexity and tissue diversity. Generally, bone possesses a limited self-healing capacity, necessitating the use of three-dimensional volumes of biomaterials to assist in the regeneration process. Synthetic biomaterials lack osteoinductive properties (a key factor in forming new bone); therefore, materials or factors that stimulate osteogenesis are required for this approach<sup>(39)</sup>. Growth factors, osteogenic cells, autografts, and therapeutic elements are among the materials that can be combined with these biomaterials in the form of a biological scaffold to accelerate the biological regeneration of the jawbone and alveolar regions<sup>(40)</sup>. Today, various types of biological scaffolds have been designed and made available for this purpose, either through cell integration or the combination of biocompatible and bioactive materials. Biological scaffolds provide the necessary mechanical support and create an environment where osteoblasts and bone progenitor cells can adhere, proliferate, and differentiate to form new bone<sup>(27,41)</sup>.

One of the natural materials successfully used to fill and repair small defects in the jawbone and alveolar regions is Platelet-Rich Fibrin (PRF), derived from the patient's own blood plasma. Due to its properties in bone regeneration, angiogenesis, and wound healing, PRF has gained significant acceptance among surgeons (Figure 2). In a study conducted by Laham et al., it was found that three months after the use of PRF for socket preservation, bone resorption within and around the socket was minimized<sup>(42)</sup>.

Furthermore, incorporating growth factors and bioactive additives can enhance its socket preservation capability and bone regeneration properties. In another study conducted by Santos Pereira and colleagues on the application of advanced PRF in jawbone surgery, it was reported that this material successfully maintained the ridge bone profile, increased bone density, and improved tissue repair following surgical procedures<sup>(45)</sup>.

### Application of the GBR Technique for Regeneration of Alveolar and Periodontal Bone Defects

Guided Bone Regeneration (GBR) is a dental surgical method aimed at increasing bone volume in areas with bone resorption or deficiency by using a biological membrane placed over the bone defect. It is commonly employed in fields such as dental implants, orthodontics, and prosthodontics<sup>(46)</sup>. GBR utilizes barrier membranes with or without granular bone grafts<sup>(47)</sup>.

This method was first introduced in 1959 by Harley and colleagues for experimental treatment of spinal fusion. In 1960, a research team led by Bowen and Basset employed laboratory-grade cellulose acetate filters (Millipore brand) to treat cortical defects in long bones and to reconstruct facial bones. These filters were used to create an environment conducive to osteogenesis by preventing connective tissue cells from invading the bone defects<sup>(48)</sup>. However, clinical studies involving membranes were not recognized until the early 1980s, when a research team led by Nyman and Karring applied barrier membranes in both laboratory and clinical studies for periodontal tissue regeneration. A few years later, laboratory studies expanded the use of membranes for bone Regeneration. With promising results from these studies, clinical trials began in late 1988 to use membranes in patients requiring implants<sup>(46,48)</sup>.

Continuous studies conducted by Dahline et al. in 2004 on a specific type of surgical membrane demonstrated that if a barrier membrane is placed in direct contact with the surrounding bone surface and creates a closed physical space, only cells from adjacent regions or bone marrow progenitors are permitted to migrate into the bone defect. This

14	Eurobone®		Calcium Carbonate		
15	PerioGlass®		Bioactive Glass		
16	OsteoBiol®		Calcium Phosphate (Biphasic)		
17	Straumann®		Calcium Phosphate (Biphasic)		

### Synthetic Biomaterials Used in Alveolar and Jaw Bone Regeneration

The main role of synthetic biomaterials is to stimulate or support the bone regeneration process. These materials are widely used among surgeons due to their characteristics, including biocompatibility, bone induction and conduction properties, injectability at defect sites, moldability, wide compatibility with other biological additives, variability in mechanical and chemical properties, availability, minimal risk of infection and disease transmission, reduced wound formation (since only the specific defect area is operated on and only one surgical stage is required), easy reproducibility, and more<sup>(28)</sup>. Among ceramic materials, calcium phosphates have gained significant attention due to their structural similarity to bone and their bone-conducting properties, and have been used since 1980<sup>(29)</sup>.

In terms of applications, they are divided into two categories: those known as brushite, which harden in a short period, and those known as apatite, which require more time to solidify. The reason for this difference is that brushite varieties absorb more water during mixing, while apatite absorbs very little or no water at all. Although their use is limited in the regeneration of large jaw defects due to the lack of bone-inducing properties, they are still widely used<sup>(9,30)</sup>. Calcium-phosphate ceramics are another type of material that can be used in block or granule form, either with or without pores. These ceramics include hydroxyapatite (HA), tricalcium phosphate ( $\alpha$ -TCP and  $\beta$ -TCP), biphasic calcium phosphate (BCP), and amorphous calcium phosphate (ACP). A study comparing the effects of  $\beta$ -TCP and a type of xenograft bone powder over 8 weeks in a guinea pig model showed that  $\beta$ -TCP induced a higher amount of new bone formation than the xenograft<sup>(31)</sup>.

The main advantage of using calcium phosphate cements and ceramics is their compatibility with anti-resorptive molecules and osteoclast-inhibiting properties. These materials can be used as carriers for growth factors, antibiotics, or drugs, helping to prevent the activity of osteoclasts (the bone-resorbing cells)<sup>(32)</sup>.

Bioactive Glasses are another group of materials with bone-conducting properties. They include silica, calcium phosphate, and sodium oxide. When calcium and silicate ions are released from these materials, they interact with the surrounding tissue cells, causing the cells to attach to the bone<sup>(9,34)</sup>. In other words, bioactive glasses release ions through bone conduction and their ability to adhere to bone surfaces, ultimately leading to the formation of an apatite layer<sup>(35)</sup>.

Biodegradable polymers are another category of materials used in scaffolds for bone regeneration in the jaw. Most of these are based on glycolic acid and lactic acid, known as polylactic acid (PLA) and polyglycolic acid (PLGA), and recently, polycaprolactone (PCL) has also been added to them. Their main advantage is their biodegradability, but their limitation is the lack of bone-conducting properties<sup>(37)</sup>.

In dentistry, these synthetic materials are used in various jaw surgeries, such as sinus lifts, periodontal defects, and bone crest augmentation, to increase the quantity and quality of jawbone for implant placement<sup>(9)</sup>. In a clinical analysis conducted in 2022, led by the Tokyo University School of Dentistry, regarding ridge bone regeneration before implantation, 288 patients were observed over 3 to 60 months. Ultimately, it was found that 26 out of 274 cases (9.5%) experienced negative complications or issues related to bone repair operations, while the majority (93.7%) were satisfied with the success of

cells. This membrane has a highly porous surface, allowing small molecules and nutrients to enter and nourish the regenerating cells while blocking soft tissue cells from entering the defect site<sup>(16)</sup>. Typically, GBR uses barrier membranes in conjunction with bone grafts<sup>(14,17)</sup>.

This paper first briefly reviews the common grafts, scaffolds, and biomaterials used in mandibular and alveolar bone regeneration, along with their advantages and limitations, and explains several commercial types. A general summary of the role of each in the repair and regeneration of lost jaw and periodontal bones is then provided.

### Types of Grafts Used in the Regeneration of Mandibular and Alveolar Bone Defects

In addition to autografts, several other materials are used to replace or repair mandibular and alveolar bone defects. The use of these materials depends on various factors such as tissue viability, size, shape, and volume of the defect<sup>(18)</sup>.

Allografts are available as demineralized bone matrix (DBM) or freeze-dried bone allografts (FDBA)<sup>(19)</sup>. These types of grafts are available in different shapes and sizes, including cortical (dense), cancellous (spongy), or cortico-cancellous (dense-spongy). They may contain osteogenic cells and have the ability to synthesize new bone, functioning as a biologically

active scaffold with osteoinductive properties. However, these grafts also have disadvantages and are typically used for small to medium-sized defects<sup>(8,20)</sup>. The evaluation of bone grafts is based on several key criteria:

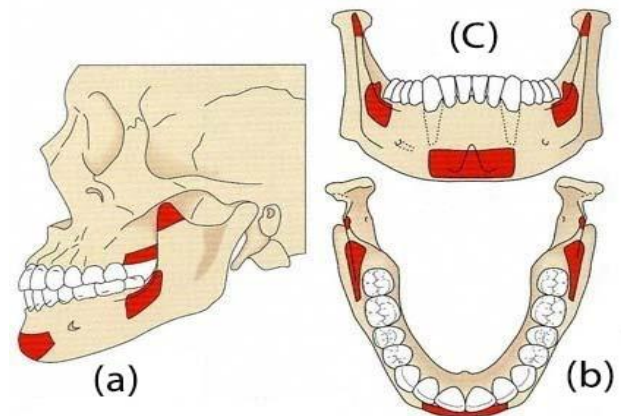
1. Unlimited availability without harm to the donor
2. Promotion and stimulation of osteogenesis
3. Absence of immune rejection
4. Rapid revascularization
5. Induction of osteogenic stimulation
6. Promotion of osteoinductive properties
7. Complete replacement of lost bone with equivalent quantity and quality of the original tissue<sup>(9,21)</sup>.

Wardani et al. along with Saliba et al. have examined the use of allografts and xenografts, respectively, in alveolar bone Regeneration, reporting significant results related to allografts. Additionally, Saliba has demonstrated not only the significant effect of xenografts in wound healing but also their successful use in bone regeneration<sup>(25)</sup>. In comparison with allografts, which have a higher risk of disease or infection transmission from the donor to the recipient, xenografts, due to the complex standards they undergo during the manufacturing process, are safer<sup>(18)</sup>. However, Saliba's research indicated that the use of xenografts is associated with higher pain levels than allografts<sup>(22-25)</sup>. Table 1 shows several commercial grafts along with their advantages and disadvantages<sup>(9,26,27)</sup>.

**Table 1: Introduction of characteristics, advantages, and disadvantages of some commercial grafts** <sup>(9,25,27)</sup>

No.	Commercial Name	Graft Type	Source	Advantages	Disadvantages	
1	DBX®	Allograft	cadaver	Bone induction property, Bone conduction property, Medium availability	Risk of disease transmission, Immune system stimulation	
2	Dynagraft®					
3	Grafton™					
4	OsteoSponge®					
5	Puros®					
6	Raptos®					
7	Algipore®	Xenograft	algae	Bone conduction property, High availability		
8	Smartgraft®		Porcine			
9	Cerabone®		bovine			
10	Gen-Os®		bovine			
11	CollaBone®		equine			
12	BonePlast®	Synthetic Bone Substitute	Calcium Phosphate	Bone conduction property, High availability		Requires precise sterilization
13	Cortoss®		Hydroxyapatite			

The main strategies for reconstructing mandibular and periodontal bone rely on the use of growth factors or signaling molecules, biological scaffolds, and stem cells to stimulate osteogenesis. These methods are employed either independently or in combination to achieve the best outcomes, where osteogenesis induction, angiogenesis, and inflammation control are carefully considered. In this multi-stage process, efforts are made to encourage osteogenic cells to migrate to the injured or defective area. To this end, various biocompatible materials and methods are utilized<sup>(4)</sup>. The use of growth factors derived from the tissues of living organisms (humans or animals) stimulates and differentiates bone cells, thereby accelerating the repair process and promoting the growth of new bone tissue. In guided bone regeneration techniques, the goal is to create a stable physical space in the bone defect area for the migration and entry of osteoblasts and osteoclasts. Under injury conditions, these two types of cells play a crucial role in bone formation and resorption, forming a clot that subsequently serves as a natural scaffold for new bone formation<sup>(4,5)</sup>. Available information suggests that the morphology of the defect (i.e., the number of walls, dimensions, depth, width, and volume), its location (such as sockets from tooth extractions or the cartilaginous junctions and ramus of the lower jaw), and whether the area under treatment is open or closed, fundamentally affect the bone regeneration process success rate<sup>(6)</sup>. To achieve a better and faster regeneration environment, tissue engineering has emerged, aiming to produce biofunctional tissues to replace with lost or damaged mandibular and alveolar bones<sup>(2,4)</sup>. In Figure 1, the most common regions of the jawbone that are typically regenerated are shown. Autologous bone grafts from the mouth or from the patient's own body remain the golden standard method for bone Regeneration due to their tissue integration, minimal immune system stimulation, and lack of disease transmission. This method has achieved excellent results, especially in repairing areas like the mandibular symphysis and maxillary tuberosity. While small defects can be reconstructed with autografts in cases requiring surgery and where there are no unknown diseases and the patient's body is healthy, for large defects caused by pathological fractures, underlying bone diseases, or bone infections from periodontal issues, the use of allografts, typically sourced from the skull or pelvis, provides an effective solution<sup>(7-9)</sup>.



**Figure 1: Representation of the mandibular symphysis, maxillary tuberosity, and the angles of the ramus process, which are commonly exposed to injury and require tissue regeneration. (a) Lateral view, (b) Superior view, and (c) Anterior view of the mandibular defect areas<sup>(10)</sup>**

However, accessibility limitations have posed challenges to their application<sup>(9)</sup>. Another type of grafts is xenografts, derived from animals such as cows, horses, pigs, etc., which possess bone-guiding properties to promote the growth and development of osteogenic cells<sup>(11)</sup>.

One of the most common bone defects or resorption issues that surgeons encounter involves the resorption of the mandibular and alveolar bones before the placement of dental implants. Another concern is the preservation of the bone socket after tooth extraction, which is addressed in implantology<sup>(12)</sup>. During implantation, the alveolar ridge bone must have sufficient height, width, and volume to support the implant base adequately<sup>(13)</sup>. Moreover, the bone of the socket or canal wall, which remains on the ridge or edge of the mandible after tooth extraction, is prone to resorption and the infiltration of surrounding soft tissues, which must be prevented. This is why periodontists use methods of bone resorption regeneration with the help of natural and synthetic biomaterials, to not only stimulate osteogenesis in the defect site but also provide optimal conditions for new bone formation over a specified period<sup>(14)</sup>. Additionally, in sinus-lift surgery, after lifting the maxillary sinus membrane, periodontists use bone grafts to fill the resulting void, ultimately forming a sufficient volume of new bone to accommodate the implant<sup>(15)</sup>. In guided bone regeneration (GBR), a type of membrane is used as a barrier to prevent the rapid invasion of soft tissue

## Regeneration of mandibular and alveolar bone defects: the role of biomaterials and biological scaffolds (review article)

### Abstract

Regeneration of the hard tissues of the mandibular and alveolar bones, which are damaged and resorbed due to severe physical trauma, oral and gingival diseases or tooth extraction, has been a key area of focus for oral and maxillofacial surgeons as well as dental researchers. Thanks to innovative approaches and advanced materials, that are progressively entering the market, many bone defects have been effectively repaired and regenerated. Natural materials such as autografts, allografts, and xenografts, which have been utilized for repairing mandibular and alveolar bone defects for a long time, are now commercially offered in various shapes, sizes, and as cancellous or cortico-cancellous types. Recently, the use of fibrin clots, derived from a patient's own plasma (Platelet-Rich fibrin) also called PRF, has shown remarkable success for jawbone ridge augmentation.

Meanwhile, with the progress in tissue engineering and biomaterials science, new biological composites and scaffolds have been developed that overcome the limitations of previous materials like poor osteogenesis induction and immunologic reactions. These advancements, particularly in maxillary sinus-lift surgeries and crest bone augmentation, have demonstrated remarkable results. For Examples materials such as calcium phosphate-based compounds, biocompatible and biodegradable polymers like polylactic-co-glycolic acid (PLGA) and polylactic acid or polylactide (PLA), bioactive glass composites, and advanced biological membranes are currently being used. Moreover, by integrating these materials with biological factors such as stem cells, osteogenic molecules, and growth factors, more efficient and effective approaches for regenerating of mandibular and alveolar bone defects are now accessible to patients. This highlights the significance of researching and comprehending biomaterials and their compositions to improve their performance in the mentioned bone regeneration.

**Keywords:** Biomaterials, Tissue Scaffolds, Mandibular Bone Defects Regeneration, Osteogenesis.

**Accepted:** 39 days before printing

Amir Rahmani<sup>1</sup>, Negin Khoshnood<sup>1</sup>, Ali Zamanian<sup>1</sup>

1. Department of Nanotechnology and Advanced Materials, Materials and Energy Research Center (MERC), Karaj, Alborz, Iran.

### Introduction

Based on information and experiences derived from periodontology and periodontitis, most injuries and bone resorption around the jaw and teeth are caused by atrophies following tooth extraction, trauma, wounds, tumor removal, congenital diseases, pathological conditions, and progressive complications such as cleft lip and palate<sup>(1)</sup>. The field of regenerative medicine or bone tissue engineering has emerged to control and compensate for these injuries with the goal of replacing or reconstructing lost tissues to restore their natural structure and function. Bone regeneration refers to the intrinsic growth and reformation of some of the lost or damaged bone tissue to its original structure, whereas bone remodeling refers to the physiological formation of bone through a continuous process of activation, resorption, and bone formation processes<sup>(2)</sup>.

Maxillofacial bone Regeneration often involves a range of medical procedures focused on cell recruitment and guidance, as well as cellular grafting and gene therapy. Periodontal regeneration, as an important part of this broad field, includes the regeneration of the cementum, periodontal ligament (PDL), and alveolar bone around the teeth. Most work in this area is related to the treatment of bone defects prior to implant placement, the regeneration of alveolar defects aimed at augmenting hard tissue for implant placement, and maxillary sinus-lift surgeries<sup>(3)</sup>.

**Corresponding Author:**  
Ali Zamanian  
Email address:  
a-zamanian@merc.ac.ir

- 12 Kim DS, Yoon YS, Kang DH. Comparison of early fixation and delayed reconstruction after displacement in previously nondisplaced acromion fractures. *Orthopedics*. 2010;33(6):392. 10.3928/01477447-20100429-11
- 13 Zhu J, Pan Z, Zheng R, Lan S. Perpendicular Double-Plate Fixation with Locking System for Acromion Pedicle Fracture. *Acta Ortop Bras*. 2016;24(2):107-110. 10.1590/1413-785220162402141691
- 14 Ogawa K, Naniwa T. Fractures of the acromion and the lateral scapular spine. *J Shoulder Elbow Surg*. 1997;6(6):544-548. 10.1016/s1058-2746(97)90087-2
- 15 Nasab SAM. Isolated displaced fracture of the acromion: a rare case report and the consequence of treatment by open reduction and pin fixation. *Archives of trauma research*. 2013;1(4):184. 10.5812/atr.8762
- 16 Belien H, Biesmans H, Steenwerckx A, Bijmens E, Dierickx C. Prebending of osteosynthesis plate using 3D printed models to treat symptomatic os acromiale and acromial fracture. *J Exp Orthop*. 2017;4(1):34. 10.1186/s40634-017-0111-7

considered the traditional method for treating acromion fractures, primarily aimed at preserving active shoulder mobility. Advanced fixation techniques have also been recommended and employed in recent surgical practices<sup>(5,6)</sup>. Cohen advocates for open surgical intervention in Type II fractures that restrict the subacromial space, symptomatic stress fractures, and painful fractures that exhibit nonunion<sup>(7)</sup>. Bauer et al emphasized that patient factors such as age, daily activity levels, general health status, and the degree of acromion displacement are critical determinants in the decision to proceed with surgical intervention<sup>(8)</sup>. Similarly, Hess et al concluded that patient-specific factors, particularly daily activity levels, play a key role in selecting the appropriate treatment strategy. Open reduction and fixation (ORIF) is the most reasonable approach for treating active adults who need a rapid return to work<sup>(9)</sup>. In this case, the patient was a highly active middle-aged woman, which led to the decision for surgical intervention. The open reduction was performed using tension band wiring to achieve Strong fixation. Postoperatively, the patient demonstrated significant functional improvement, regaining pre-injury activity levels without any signs of surgical site infection. Our findings are consistent with those of Harris et al. (2011), who reported that tension band wiring with two parallel pins is the most effective technique for managing acromion fractures<sup>(10)</sup>. Similarly, Wahlquist et al (2011) concluded that open surgery with tension band wiring offers an optimal surgical approach for patients with acromion fractures<sup>(11)</sup>. Hill et al emphasized the necessity of open surgery in cases such as subacromial space narrowing, symptomatic adhesions, open fractures, displacements exceeding 1 cm, and neurovascular compromise in the shoulder complex<sup>(1)</sup>. The choice of implants for acromion fractures depends on the fracture type and includes cancellous screws, narrow dynamic compression plates, 3.5-mm cortical screws, locking plates, smooth or threaded pins, and tension band wiring. Acromion fractures have also been treated using anatomical clavicle plates<sup>(1,12-16)</sup>.

In our patient, no complications associated with the surgical procedure or the use of tension band wiring were observed. Functional recovery was assessed using the UCLA Shoulder Rating Scale and the Constant-Murley Score, with significant improvements noted at each follow-up visit.

## Conclusion

In this case report, we found that using open reduction and internal fixation with tension band fixations is correlated with the healed acromion fracture. One of the advantages of using tension band fixations is the possibility of shoulder movements soon after surgery which reduces the risk of stiffness of shoulder in the affected patients.

## Acknowledgments

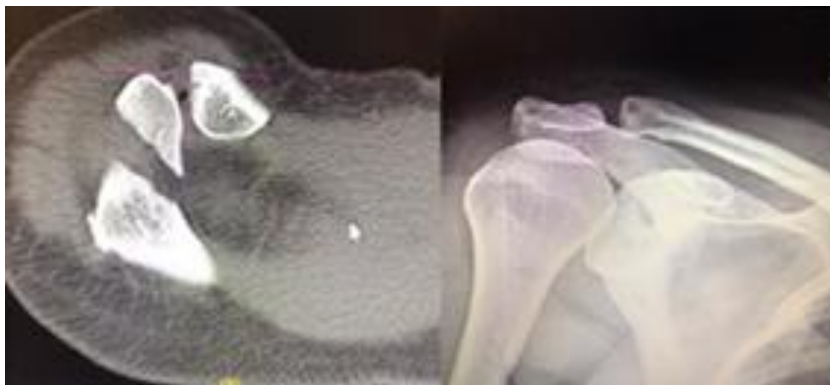
The authors thank and appreciate the cooperation of the experts of Clinical Research Development Unit of Shahid Beheshti Hospital of Babol.

## References

- 1 Hill BW, Anavian J, Jacobson AR, Cole PA. Surgical management of isolated acromion fractures: technical tricks and clinical experience. *J Orthop Trauma*. 2014;28(5):e107-e113. [10.1097/BOT.0000000000000040](https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000000040)
- 2 Levy JC, Blum S. Postoperative acromion base fracture resulting in subsequent instability of reverse shoulder replacement. *J Shoulder Elbow Surg*. 2012;21(4):14-18. [10.1016/j.jse.2011.09.018](https://doi.org/10.1016/j.jse.2011.09.018)
- 3 Cicekli O, Akar A, Topcu HN. Displaced acromion fracture: A rare injury, case report. *Int J Surg Case Rep*. 2017;39:313-316. [10.1016/j.ijscr.2017.08.051](https://doi.org/10.1016/j.ijscr.2017.08.051)
- 4 Cole PA, Freeman G, Dubin JR. Scapula fractures. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2013;6(1):79-87. [10.1007/s12178-012-9151-x](https://doi.org/10.1007/s12178-012-9151-x)
- 5 McClure PW, Michener LA, Karduna AR. Shoulder function and 3-dimensional scapular kinematics in people with and without shoulder impingement syndrome. *Physical therapy*. 2006;86(8):1075-1090. [10.1093/ptj/86.8.1075](https://doi.org/10.1093/ptj/86.8.1075)
- 6 Bauer S, Traverso A, Walch G. Locked 90 degrees -double plating of scapular spine fracture after reverse shoulder arthroplasty with union and good outcome despite plate adjacent acromion fracture. *BMJ Case Rep*. 2020;13(9):e234727. [10.1136/bcr-2020-234727](https://doi.org/10.1136/bcr-2020-234727)
- 7 Kuhn JE, Blasier RB, Carpenter JE. Fractures of the acromion process: a proposed classification system. *J Orthop Trauma*. 1994;8(1):6-13. [10.1097/00005131-199402000-00002](https://doi.org/10.1097/00005131-199402000-00002)
- 8 Bauer G, Fleischmann W, Dussler E. Displaced scapular fractures: indication and long-term results of open reduction and internal fixation. *Arch Orthop Trauma Surg*. 1995;114(4):215-219. [10.1007/BF00444266](https://doi.org/10.1007/BF00444266)
- 9 Hess F, Zettl R, Welter J, Smolen D, Knoth C. The traumatic acromion fracture: review of the literature, clinical examples and proposal of a treatment algorithm. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2019;139(5):651-658. [10.1007/s00402-019-03126-6](https://doi.org/10.1007/s00402-019-03126-6)
- 10 Harris JD, Griesser MJ, Jones GL. Systematic review of the surgical treatment for symptomatic os acromiale. *Int J Shoulder Surg*. 2011;5(1):9-16. [10.4103/0973-6042.80461](https://doi.org/10.4103/0973-6042.80461)
- 11 Wahlquist TC, Hunt AF, Braman JP. Acromial base fractures after reverse total shoulder arthroplasty: report of five cases. *J Shoulder Elbow Surg*. 2011;20(7):1178-1183. [10.1016/j.jse.2011.01.029](https://doi.org/10.1016/j.jse.2011.01.029)

months post-operative, the tension band was removed. The patient's shoulder function was evaluated using the University of California, Los Angeles (UCLA) Shoulder Rating Scale and the Constant- Murley Score at weeks 6, 12, 24, and 64 postoperative. The scoring progression was recorded

as follows: a score of 11 at week 6, 17 at week 12, 30 at week 24, and 32 at the final evaluation at week 64. During the final follow-up at week 64, the patient demonstrated excellent improvement in active shoulder movements, achieving 90 degrees of abduction and 90 degrees of flexion (Figure 2).



**Figure 1: Non-revealing regular radiograph , and positive CT Scan of Right Shoulder Showing displaced Acromion fracture**



**Figure 2: Different views of healed acromion fracture after ORIF surgery**

## Discussion

The scapula, anatomically located in the posterior thoracic region, is attached to the thoracic by a group of muscles, playing a pivotal role in upper limb movements and the mechanical axis of the arm. Isolated acromion fractures without associated bony injuries caused by trauma are rare. However, some cases have been reported involving soft tissue and bony injuries surrounding the shoulder. It has been documented that less than 10% of scapular fractures are associated with acromion injuries. According to Cohen's classification, our patient was categorized as Type II, for which surgical intervention was performed<sup>(4)</sup>. It is worth to mention that such fractures generally heal without complications but

may lead to issues such as shoulder pain and functional disability. High nonunion rates have also been reported for this fracture type. To diagnose fractures associated with acromion injuries, serial trauma radiographs, including anteroposterior, axillary, and lateral shoulder views, are performed. CT scans with three-dimensional(3D) reconstruction are often crucial for detecting acromion fractures and are instrumental in determining and planning the appropriate treatment approach. In this case, we used X-rays and CT imaging for patient evaluation. The primary objective of our surgical intervention was to achieve reduction of the lateral acromion fragment, restore the subacromial space, provide stable fixation to counteract the forces exerted by shoulder muscles, and establish favorable mechanical conditions for faster bone healing. Open surgery is

## Isolated traumatic fracture of acromion treated with tension band fixation (case report)

### Abstract

Fracture and acromion, lateral projection of scapular spine, is an uncommon injury which is often diagnosed late. Though, usually managed conservatively, the indications for surgery in these fractures are very specific. We are reporting on a 56-year-old active woman with an isolated displaced base of acromion fracture treated by tension-band wire fixation which resulted into uneventful union, and obtained good shoulder Constant Score and UCLA shoulder score.

**Keywords:** Acromion, Bone Fractures, Scapula, Fracture Fixation.

**Accepted:** 55 days before printing

Dr. Seyyed Reza Aghapour<sup>1</sup>, Dr. Arash Maleki<sup>2</sup>, Seyyed Poyan Aghapour<sup>3</sup>, Dr. Yasin SHarifzadeh<sup>1</sup>

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

2. Clinical Research Development Unit, Akhtar Hospital, School of Medicine, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

3. Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran.

### Corresponding Author:

Dr. Yasin Sharifzadeh

Email address:

[dryasinsharifzadeh@gmail.com](mailto:dryasinsharifzadeh@gmail.com)

## Introduction

Trauma to the superior shoulder, such as the strain of overwork, and any complications related to the reverse total shoulder arthroplasty procedures can all directly or indirectly cause acromion fractures. Approximately 8% of all scapular fractures have acromion fractures included in them, which makes it a rare fractures happening with the fractures of ipsilateral glenoid, neck and body of the scapula as a result of severe injuries<sup>(1)</sup>. Recently, 5-6.9% of reverse total shoulder replacement has been shown to be associated with the acromion fractures. Diagnosis and treatment strategies in patients with traumatic acromion fracture are difficult<sup>(2)</sup>. Accordingly, three classifications have been considered for acromion fracture: 1. Ogawa and Naniwa classification which is divided into type 1 comprising lateral scapular spine and type II located in the spinoglenoid notch. 2. Kuhn classification including minimally displaced as type I fracture and displaced without any reduction in subacromial space as type II and a reduction in subacromial space as type III. 3. AO/OTA classification based on comminution and displacement levels<sup>(3)</sup>. Herein, we aimed to present a case of acromion fracture treated with tension band fixation.

## Case Description

A 56-year-old female, following a car accident, referred to our hospital with acute pain in the right superior shoulder making her unable to move the shoulder. Right shoulder passive and active motion was severely painful and limited. Initial neurological and vascular evaluation showed no damage. Simple radiography showed no specific fracture. However, due to the severity of pain, more tests were required. Therefore, CT scan was performed and a displaced fracture at the base of acromion was finally detected (Figure 1). The patient was prepared for an open surgery with open reduction and internal fixation

(ORIF) of right acromion fracture. After a general anesthesia, an incision from anterior to posterior site of acromion was opened and fracture was visualized. Tear of deltoid muscle was not seen although a partial rupture of the rotator cuff was detected which was repaired. Subacromial bursa was removed. Tension band fixation of acromion fracture produced a stable bone.

Post-operative period was without complications. active movements and progressive exercises were initiated 3 weeks after the surgery within the limits of pain tolerance. After initial radiographs, six weeks, and 12 weeks post-operative radiographs showed acceptable reduction with a Open sub-acromial space. Bony union was evident by 12 weeks. At 12

- Total Hip Arthroplasty-A Comparison of the Direct Anterior, Lateral, and Posterior Approaches. *J Arthroplasty*. 2019;34(11):2681-2685. doi:10.1016/j.arth.2019.06.046
- 23 Sershon RA, McDonald JF, 3rd, Ho H, Goyal N, Hamilton WG. Outpatient Total Hip Arthroplasty Performed at an Ambulatory Surgery Center vs Hospital Outpatient Setting: Complications, Revisions, and Readmissions. *J Arthroplasty*. 2019;34(12):2861-2865. doi:10.1016/j.arth.2019.07.032
- 24 Usmani A, Machado RF. Vascular complications of sickle cell disease. *Clin Hemorheol Microcirc*. 2018;68(2-3):205-221. doi:10.3233/ch-189008
- 25 Vichinsky EP, Neumayr LD, Haberkern C, Earles AN, Eckman J, Koshy M, et al. The perioperative complication rate of orthopedic surgery in sickle cell disease: report of the National Sickle Cell Surgery Study Group. *Am J Hematol*. 1999;62(3):129-138. doi:10.1002/(sici)1096-8652(199911)62:3<129::aid-ajh1>3.0.co;2-j
- 26 Chen Y, White RS, Tangel V, Noori SA, Gaber-Baylis LK, Mehta ND, et al. Sickle cell disease and readmissions rates after lower extremity arthroplasty: a multistate analysis 2007-2014. *J Comp Eff Res*. 2019;8(6):403-422. doi:10.2217/ce-2018-0098
- 27 Stavrakis AI, SooHoo NF, Lieberman JR. A comparison of the incidence of complications following total hip arthroplasty in patients with or without osteonecrosis. *J Arthroplasty*. 2015;30(1):114-117. doi:10.1016/j.arth.2014.08.010

delayed wound healing and a reduced ability to prevent early wound contamination from progressing to periprosthetic joint infections. The higher rate of aseptic loosening in SCD patients is likely due to their younger age at the time of THA compared to patients undergoing THA for primary osteoarthritis<sup>(11,26,27)</sup>. Younger patients tend to have higher activity levels and greater functional demands, which place additional stress on the implant-bone interface, increasing the likelihood of aseptic loosening and implant failure. Consequently, surgeons might consider using press-fit fixation to encourage durable biological ingrowth, and patients should be informed of their potentially increased risk for future revision surgery due to aseptic loosening.

## Conclusion

In conclusion, THA is frequently performed in SCD patients due to the high prevalence of femoral head osteonecrosis. Research has shown that individuals with SCD face an elevated risk of postoperative medical and surgical complications compared to non-SCD patients. As a result, comprehensive care is essential, necessitating thorough preoperative evaluation and coordinated communication among the surgical, anesthetic, hematologic, hospitalist, infectious disease, and cardiology teams to optimize outcomes for this high-risk patient population.

## References

- 1 Kenanidis E, Kapriniotis K, Anagnostis P, Potoupnis M, Christofilopoulos P, Tsiridis E. Total hip arthroplasty in sickle cell disease: a systematic review. *EFORT Open Rev.* 2020;5(3):180-188. doi:10.1302/2058-5241.5.190038
- 2 Osunkwo I. An update on the recent literature on sickle cell bone disease. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 2013;20(6):539-546. doi:10.1097/01.med.0000436192.25846.0b
- 3 Vanderhave KL, Perkins CA, Scannell B, Brighton BK. Orthopaedic Manifestations of Sickle Cell Disease. *J Am Acad Orthop Surg.* 2018;26(3):94-101. doi:10.5435/jaaos-d-16-00255
- 4 Hickman JM, Lachiewicz PF. Results and complications of total hip arthroplasties in patients with sickle-cell hemoglobinopathies. Role of cementless components. *J Arthroplasty.* 1997;12(4):420-425. doi:10.1016/s0883-5403(97)90198-4
- 5 Mont MA, Marker DR, Zywiell MG, Carrino JA. Osteonecrosis of the knee and related conditions. *J Am Acad Orthop Surg.* 2011;19(8):482-494. doi:10.5435/00124635-201108000-00004
- 6 da Silva Junior GB, Daher Ede F, da Rocha FA. Osteoarticular involvement in sickle cell disease. *Rev Bras Hematol Hemoter.* 2012;34(2):156-164. doi:10.5581/1516-8484.20120036
- 7 Platt OS, Brambilla DJ, Rosse WF, Milner PF, Castro O, Steinberg MH, et al. Mortality in sickle cell disease. Life expectancy and risk factors for early death. *N Engl J Med.* 1994;330(23):1639-1644. doi:10.1056/nejm199406093302303
- 8 Dinan MA, Chou CH, Hammill BG, Graham FL, Schulman KA, Telen MJ, et al. Outcomes of inpatients with and without sickle cell disease after high-volume surgical procedures. *Am J Hematol.* 2009;84(11):703-709. doi:10.1002/ajh.21520
- 9 Hernigou P, Zilber S, Filippini P, Mathieu G, Poignard A, Galacteros F. Total THA in adult osteonecrosis related to sickle cell disease. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466(2):300-308. doi:10.1007/s11999-007-0069-3
- 10 Matos MA, dos Santos Silva LL, Brito Fernandes R, Dias Malheiros C, Pinto da Silva BV. Avascular necrosis of the femoral head in sickle cell disease patients. *Ortop Traumatol Rehabil.* 2012;14(2):155-160. doi:10.5604/15093492.992286
- 11 Fassihi SC, Lee R, Quan T, Tran AA, Stake SN, Unger AS. Total Hip Arthroplasty in Patients With Sickle Cell Disease: A Comprehensive Systematic Review. *J Arthroplasty.* 2020;35(8):2286-2295. doi:10.1016/j.arth.2020.04.014
- 12 Manzary M. Total Hip Arthroplasty in Sickle Cell Disease. *Reconstructive Review.* 2016;6(9):38-42. doi:10.15438/rr.6.2.137
- 13 Jeong GK, Ruchelsman DE, Jazrawi LM, Jaffe WL. Total hip arthroplasty in sickle cell hemoglobinopathies. *J Am Acad Orthop Surg.* 2005;13(3):208-217. doi:10.5435/00124635-200505000-00007
- 14 Hernigou P, Housset V, Pariat J, Dubory A, Flouzat Lachaniette CH. Total hip arthroplasty for sickle cell osteonecrosis: guidelines for perioperative management. *EFORT Open Rev.* 2020;5(10):641-651. doi:10.1302/2058-5241.5.190073
- 15 Estcourt LJ, Fortin PM, Trivella M, Hopewell S. Preoperative blood transfusions for sickle cell disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;4(7):1-51. doi:10.1002/14651858.CD003149.pub3
- 16 Anyaehie UE, Eyichukwu GO, Nwadinigwe CU, Katchy AU. Complex primary hips for total hip replacement surgery at a tertiary institution in Nigeria. *Sicot j.* 2018;4:22. doi:10.1051/sicotj/2018026
- 17 Andersson L, Wesslau A, Bodén H, Dalén N. Immediate or late weight bearing after uncemented total hip arthroplasty: a study of functional recovery. *J Arthroplasty.* 2001;16(8):1063-1065. doi:10.1054/arth.2001.27253
- 18 Kishida Y, Sugano N, Sakai T, Nishii T, Haraguchi K, Ohzono K, et al. Full weight-bearing after cementless total hip arthroplasty. *Int Orthop.* 2001;25(1):25-28. doi:10.1007/s002640000221
- 19 Ballas SK. Complications of sickle cell anemia in adults: guidelines for effective management. *Cleve Clin J Med.* 1999;66(1):48-58. doi:10.3949/ccjm.66.1.48
- 20 Hammer M, Geier KA, Aksoy S, Reynolds HM. Perioperative care for patients with sickle cell who are undergoing total hip replacement as treatment for osteonecrosis. *Orthop Nurs.* 2003;22(6):384-397. doi:10.1097/00006416-200311000-00004
- 21 Reed W, Vichinsky EP. New considerations in the treatment of sickle cell disease. *Annu Rev Med.* 1998;49:461-474. doi:10.1146/annurev.med.49.1.461
- 22 Hart A, Wyles CC, Abdel MP, Perry KI, Pagnano MW, Taunton MJ. Thirty-Day Major and Minor Complications Following

patients. A thorough preoperative evaluation should routinely include laboratory tests to assess serial hemoglobin S percentage (Hb S%), renal and liver function, and oxygen saturation levels. These results guide the decision regarding the need for preoperative blood transfusion. Red blood cell exchange, aimed at reducing Hb S levels to below 30%, is reserved for patients with a history of severe acute chest syndrome, prior cerebrovascular events, or severe anemia with hemoglobin levels under 5 g/dL<sup>(14,15)</sup>. Adequate hydration is also vital to reduce blood viscosity and mitigate the risk of vaso-occlusive episodes<sup>(11)</sup>. Special attention is required for SCD patients on hydroxyurea therapy. Given the potential for myelosuppression, a complete blood count should be obtained preoperatively, and if any signs of toxicity are present, hydroxyurea should be temporarily discontinued for approximately one week to allow for recovery of blood counts<sup>(14)</sup>.

The distinct pathophysiology of SCD presents several intraoperative challenges during THA. Extensive infiltration of fatty bone marrow into the femur often results in sclerosis and narrowing of the femoral canal, which increases bone fragility and the risk of intraoperative fractures<sup>(11)</sup>. In extreme cases of femoral canal narrowing, a dysplasia-type, narrow, straight cylindrical stem may be useful<sup>(12)</sup>. On the acetabular side, difficulties in properly seating the acetabular component are common, often accompanied by Paprosky type I acetabular defects. These factors can make multi-hole cups with screw fixation especially useful<sup>(16)</sup>. Concerning the use of cement, a systematic review found that patients with SCD undergoing cemented THA faced a higher risk of requiring revision surgery. Additionally, cemented THA was associated with an elevated rate of aseptic loosening<sup>(11)</sup>. Therefore, press-fit fixation for both femoral and acetabular components may be a more suitable approach for SCD patients. For those who undergo press-fit THA, surgeons may recommend a postoperative period of reduced activity to promote bony ingrowth of the implants, potentially reducing the likelihood of early aseptic loosening<sup>(17,18)</sup>.

Post-operatively, SCD patients should be placed in a closely monitored unit. Optimal care is provided in a tertiary care center where the anesthesia team is experienced in managing and preventing vaso-occlusive crises. Nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) offer both analgesic and antiplatelet effects and can enhance the pain-relieving properties of opioids, thereby minimizing narcotic use and

lowering the risk of inducing vaso-occlusive episodes<sup>(19)</sup>. Due to the potential need for blood transfusions or exchange transfusions, significant blood bank resources may be required to maintain safe hemoglobin levels while preventing excessive blood viscosity<sup>(20)</sup>. Additionally, functional asplenia in SCD patients increases their susceptibility to infections, including wound infections and sepsis. It is crucial to involve the infectious disease team promptly if an infection is suspected to prevent these life-threatening complications. Clinicians must remain vigilant for signs of acute chest syndrome, such as cough, chest pain, fever, and hypoxia, as this condition is the leading cause of mortality among SCD patients<sup>(21)</sup>.

SCD patients undergoing THA tend to have a longer LOS and higher rates of readmission compared to those undergoing THA for primary osteoarthritis<sup>(11)</sup>. This difference is largely attributed to the higher frequency of medical complications in SCD patients, such as pain crises, sepsis, acute chest syndrome, and other respiratory issues<sup>(22,23)</sup>. The recurrent polymerization and depolymerization of hemoglobin in SCD patients lead to increased red blood cell rigidity and stasis, which can obstruct blood flow and trigger venous thromboembolism (VTE) events<sup>(24)</sup>. Therefore, clinicians may opt for more aggressive deep vein thrombosis (DVT) prophylaxis and maintain a lower threshold for ordering duplex ultrasound evaluations. Regarding the management of pain crises and acute chest syndrome, careful monitoring of intraoperative blood loss and perioperative fluid balance can reduce these risks. This approach aligns with the recommendations of Vinchinsky et al., who emphasized the importance of optimizing oxygenation, pain control, and hydration in THA patients with SCD to minimize the occurrence of vaso-occlusive crises and acute coronary syndrome<sup>(25)</sup>.

Patients with SCD face a heightened risk of surgical complications compared to those without SCD. Notably, the rates of wound complications, infections, and aseptic loosening are significantly elevated in this population. To mitigate infection risks, antibiotics, such as first- and second-generation cephalosporins at a dosage of 2.5 grams per day, should be administered intraoperatively and for three days postoperatively. The increased incidence of wound complications and infections may be linked to the impaired microvasculature and weakened immune response in SCD patients, which can result in

With the diagnosis of AVN, THA was planned for the patient. A consultation with a hematologist was conducted to ensure the operation's safety, and after reviewing the laboratory tests, the hematologist approved the surgery. Four units of packed red blood cells and Intensive care unit (ICU) bed were reserved for the patient.

Preoperative vital signs were a blood pressure of 111/80 mmHg, heart rate of 95 bpm, and oxygen saturation of 95% on room air. Two grams of cefazolin were administered to the patient as prophylaxis one hour prior to the procedure. The uncemented THA was performed by the senior author (SMJ.M, a fellowship-trained knee surgeon). After the administration of anesthesia, 1.5 grams of tranexamic acid is given before the preparation and draping process begins. A thermal cautery is used to make the incision through the subcutaneous tissue and fat, followed by superficial hemostasis. The ascending and lateral circumflex artery branches, located between the Tensor Fasciae Latae and Sartorius muscles, are identified. These vessels are clamped using a Babcock clamp and cauterized for ligation. Once the neck is cut, the osteotomy site is temporarily sealed with bone wax, which remains in place until broaching of the femoral canal. At that point, the wax is removed with a curette. The implants used included a Zimmer Trilogy 52 mm cup, fixed with two screws; an M/L Tapered size 5 stem; and a Neutral (0 mm) VerSys 36 mm head. C-arm navigation was not utilized. The operation lasted 1.5 hours. During surgery, the patient's blood pressure, heart rate, and oxygen saturation remained stable, with 350 cc of blood loss and no transfusion required. Postoperatively, the patient was admitted to the ward and experienced an uneventful hospitalization and the leg length discrepancy in the patient was three millimeters. She was stable during her first follow-up visit one week after discharge (Figures 3 & 4).



Figure 3: Collapsed necrotic femoral head

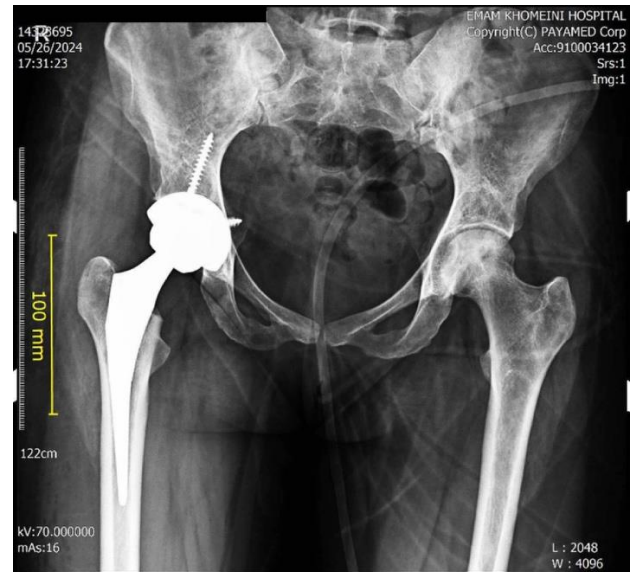


Figure 4: Postoperative pelvic anteroposterior (AP) radiograph.

At the final follow-up, conducted four months postoperatively, a radiograph was obtained, which revealed no complications. The patient also reported no dissatisfaction with the outcome.

## Discussion

THA is frequently performed in patients with sickle cell disease (SCD) due to the high incidence of femoral head osteonecrosis, with some studies reporting rates as high as 50%<sup>(10)</sup>. Systematic reviews have shown that THA is an effective intervention for alleviating pain and enhancing mobility in patients with SCD. However, these patients face a greater risk of postoperative complications, both medical and surgical, compared to those without SCD<sup>(1,11)</sup>. Although various treatment options exist for femoral head osteonecrosis, most SCD patients inevitably progress to advanced osteoarthritis of the hip, rendering conservative management largely ineffective<sup>(12)</sup>. Due to the pathophysiology associated with SCD, alternative surgical treatments, such as core decompression, have shown limited success, with failure rates exceeding 40%<sup>(13)</sup>. Despite these challenges, studies have consistently demonstrated significant improvements in functional outcomes, as measured by the Harris Hip Score and Merle d'Aubigne score, following THA in SCD patients<sup>(11)</sup>. Preoperative assessment and effective communication among the surgical, anesthetic, hematologic, hospitalist, infectious disease, and cardiology teams are essential in managing these



## Total hip arthroplasty in sickle cell disease (case report)

### Abstract

Sickle cell disease (SCD), often leads to skeletal complications such as avascular necrosis (AVN) of the femoral head, osteoporosis, fractures, and infections. Despite available joint-preserving surgeries, many SCD patients require total hip arthroplasty (THA). However, THA carries significant risks for these patients, including hypoxia and vascular. This case report describes a 29-year-old female with SCD who presented with recurrent hip pain after a previous surgery was canceled due to a sickle cell crisis. Physical examination revealed restricted hip motion, and imaging confirmed AVN of the right femoral head. After a thorough hematology consultation, uncemented THA was performed. The surgery was uneventful, with minimal blood loss and no need for transfusion. The patient recovered well and was stable at her first follow-up. THA is common in SCD patients due to the high incidence of femoral head osteonecrosis, but they face higher risks of postoperative complications. Therefore, careful preoperative planning and coordination among surgical, anesthetic, and hematology teams are crucial for optimizing the patient for THA.

**Keywords:** Sickle Cell Anemia, Total Hip Arthroplasty, Osteonecrosis.

**Accepted:** 50 days before printing

Dr. Sina Esmaili<sup>1,2</sup>, Dr. Moein Akbari<sup>1,2</sup>, Dr. Mohammadreza Razzaghof<sup>1,2</sup>, Dr. Mohammad Ghorbanzadeh<sup>1,2</sup>,  
Dr. Seyed Mohammad Javad Mortazavi<sup>1,2</sup>

1. Joint Reconstruction Research Center, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

2. Department of Orthopedic Surgery, Imam Khomeini Hospital Complex, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

### Introduction

Sickle cell disease (SCD) is a common autosomal recessive disorder caused by a point mutation in the  $\beta$ -globin chain of hemoglobin<sup>(1,2)</sup>. his genetic alteration induces an abnormal configuration of red blood cells, which tend to deform into a sickle shape under conditions of reduced oxygen levels. This impedes the blood supply to tissues and leads to vaso-occlusion, which is central to the pathophysiology of SCD. SCD patients exhibit a wide range of clinical manifestations, with key features including anemia, vaso-occlusive crises, and chronic organ failure<sup>(1)</sup>.

Skeletal manifestations are common in sickle cell disease (SCD) and encompass conditions such as avascular necrosis (AVN) of the femoral head, osteoporosis, pathological fractures, and infections, including septic arthritis and osteomyelitis<sup>(2,3)</sup>. AVN of the femoral head poses a significant and debilitating challenge, affecting 20-50% of SCD patients, predominantly in their second or third decade of life<sup>(4)</sup>. This condition has a high probability of progressing to hip osteoarthritis (OA), usually in the third or fourth decade of life<sup>(2)</sup>.

Despite the implementation of joint-preserving surgical strategies like core decompression, osteotomy, and bone grafting, many patients with SCD experience advanced osteonecrosis, necessitating total hip arthroplasty (THA)<sup>(5,6)</sup>. Recent advancements in surgical techniques, hardware, drug therapies such as hydroxyurea, and stem cell transplantation have greatly enhanced the life expectancy and quality of life for SCD patients, with many living comfortably into their seventh decade<sup>(6,7)</sup>.

Nevertheless, these patients continue to be high-risk candidates for surgery. The physiological stress associated with surgical procedures can trigger cytokine release, leading to hypoxia, hypoperfusion, and acidosis, conditions that facilitate red blood cell sickling and the subsequent occlusion of the microcirculation<sup>(8,9)</sup>.

### Corresponding Author:

Dr. Seyed Mohammad Javad Mortazavi

Email address:

smjmort@yahoo.com

- 11 Cox E, Tseng D, Powell I. Trends in falls, poisoning, drowning, and burns, Wisconsin: 1986-1996. *WMJ : official publication of the State Medical Society of Wisconsin*. 2001;100:39-42. PMID: 11419369.
- 12 Osifo OD, Iribhogbe P, Idiomi-Thomas H. Falls from heights: epidemiology and pattern of injury at the accident and emergency centre of the University of Benin Teaching Hospital. *Injury*. 2010;41(5):544-547. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2009.07.076>
- 13 Bener A, Hyder AA, Schenk E. Trends in childhood injury mortality in a developing country: United Arab Emirates. *Accident and Emergency Nursing*. 2007;15(4):228-233. <https://doi.org/10.1016/j.aaen.2007.07.010>
- 14 Nordberg E. Injuries as a public health problem in sub-Saharan Africa: epidemiology and prospects for control. *East Afr Med J*. 2000;77(12 Suppl):1-43. PMID: 12862115
- 15 Durkin MS, Laraque D, Lubman I, Barlow B. Epidemiology and prevention of traffic injuries to urban children and adolescents. *Pediatrics*. 1999;103(6):e74. <https://doi.org/10.1542/peds.103.6.e74>
- 16 Ingebrigtsen T, Mortensen K, Romner B. The epidemiology of hospital-referred head injury in northern Norway. *Neuroepidemiology*. 1998;17(3):139-146. <https://doi.org/10.1159/000026165>
- 17 Agran PF, Winn D, Anderson C, Trent R, Walton-Haynes L. Rates of pediatric and adolescent injuries by year of age. *Pediatrics*. 2001;108(3):e45. <https://doi.org/10.1542/peds.108.3.e45>
- 18 Askarian M, Khakpour M, Taghrir MH, Akbarialiabad H, Borazjani R. Investigating the epidemiology of methanol poisoning outbreaks: a scoping review protocol. *JBI Evidence Synthesis*. 2021;19(6):1388-1393. <https://doi.org/10.11124/JBIES-20-00221>
- 19 Houghoughi MA, Marzban MR, Shahrbafe MA, Shahriarirad R, Kamran H, Meimandi FZ, et al. Burn Injuries in People Who Used Drug, 2009-2017: A Case-Control Study in Shiraz, Southern Iran. *Journal of Burn Care & Research*. 2022;43(5):1170-1174. <https://doi.org/10.1093/jbcr/irac005>
- 20 Javid M, Shahcheraghi M, Lahiji A, Ahmadi M, Farhadi M, Akasheh M, et al. Road traffic injuries in children. *Iranian Journal of Orthopedic Surgery*. 2006;4(3):1-6. [10.22034/ijos.2020.121247](https://doi.org/10.22034/ijos.2020.121247)
- 21 Pearson J, Stone DH. Pattern of injury mortality by age-group in children aged 0-14 years in Scotland, 2002-2006, and its implications for prevention. *BMC Pediatr*. 2009;9(26):1-8. <https://doi.org/10.1186/1471-2431-9-26>
- 22 Adogu OU, Ilika AL. Knowledge of and attitude towards road traffic codes among commercial motorcycle riders in Anambra State. *Niger Postgrad Med J*. 2006;13(4):297-300. PMID: 17203118
- 23 Kuok CI, Chan WKY, Kwok AWL. What and who should we focus in pediatric injury prevention - An analysis of critical pediatric trauma in a major trauma center in Hong Kong. *Pediatr Neonatol*. 2021;62(6):620-627. <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2021.05.027>
- 24 Ward JL, Azzopardi PS, Francis KL, Santelli JS, Skirbekk V, Sawyer SM, et al. Global, regional, and national mortality among young people aged 10-24 years, 1950-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*. 2021;398(10311):1593-618. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01546-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01546-4)
- 25 Arhami Dolatabadi A, Mohseninia N, Amiri M, Motamed H, Halimi Asl A. Pediatric Trauma Patients in Imam Hossein Emergency Department; an Epidemiologic Study. *Iranian Journal of Emergency medicine*. 2016;3(1):4-8.
- 26 Bowman SM, Bird TM, Aitken ME, Tilford JM. Trends in hospitalizations associated with pediatric traumatic brain injuries. *Pediatrics*. 2008;122(5):988-93. <https://doi.org/10.1542/peds.2007-3511>
- 27 Kayani NA, Homan S, Yun S, Zhu BP. Health and economic burden of traumatic brain injury: Missouri, 2001-2005. *Public Health Rep*. 2009;124(4):551-560. <https://doi.org/10.1177/003335490912400412>
- 28 Cavalcanti AL, Barros de Alencar CR. Injuries to the head and face in 0-4-year-old child victims of fatal external causes in Campina Grande, PB, Brazil. *Turk J Pediatr*. 2010;52(6):612-617.
- 29 Makhoul IR, Abulhija H, Smolkin T, Shehadeh N, Hochberg Z. Modified anthropometry in prepubertal Israeli children while excluding the head's weight and height. *Acta Paediatr*. 2012;101(11):e496-e499. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2012.02792.x>
- 30 Borazjani R, Ajdari MR, Niakan A, Yousefi O, Amoozandeh A, Sayadi M, et al. Current Status and Outcomes of Critical Traumatic Brain Injury (GCS = 3-5) in a Developing Country: A Retrospective, Registry-Based Study. *World Journal of Surgery*. 2022; 46:2335-2343. <https://doi.org/10.1007/s00268-022-06645-3>

conducted by Kayani et al.<sup>(29)</sup> in 2001-2005, in Missouri, 1358 patients died from traumatic brain injury. Motorcycles and firearms accounted for 88% of the total causes. According to a study by Cavalcanti et al.<sup>(30)</sup>, which was the result of the autopsy of the bodies of children who died 0-4 years old due to external causes, the leading causes of death were drowning (34%) and vehicle accidents (22%). Among the dead, 56% were male, and about 27% were under one year old. Head and face injuries were seen in 34% of the bodies. According to this study, there was a solid and significant relationship between vehicle accidents and the incidence of head injuries. The findings of this study showed that head and neck traumas are the most common anatomical location of trauma in the death group. Anatomically, children have a larger head-to-toe ratio, and their skull bones are thinner than adults, so this might explain the higher risk of head and neck trauma<sup>(31,32)</sup>. Another important finding of this study is transporting the injured patient to the hospital. According to the present study results (81.4%), 123 deaths were referred by ambulance, while (18.6%) 28 deaths were transferred by personal vehicle.

There were several limitations to this study. This study did not include the death mechanism, so it was not possible to determine an accurate mechanism of mortality. Furthermore, sending children through the emergency system requires staff training and familiarity with the differences between sending children and adolescents at all stages, including vascular access, resuscitation, etc. Unfortunately, this level of expertise is absent in this study, which makes the study prone to bias. Another important limitation of this study was the inability to determine the severity of the traumas based on existing classification systems. Last but not least, despite suspected cases of child abuse resulting in death and trauma in our study, the necessary evidence was unavailable.

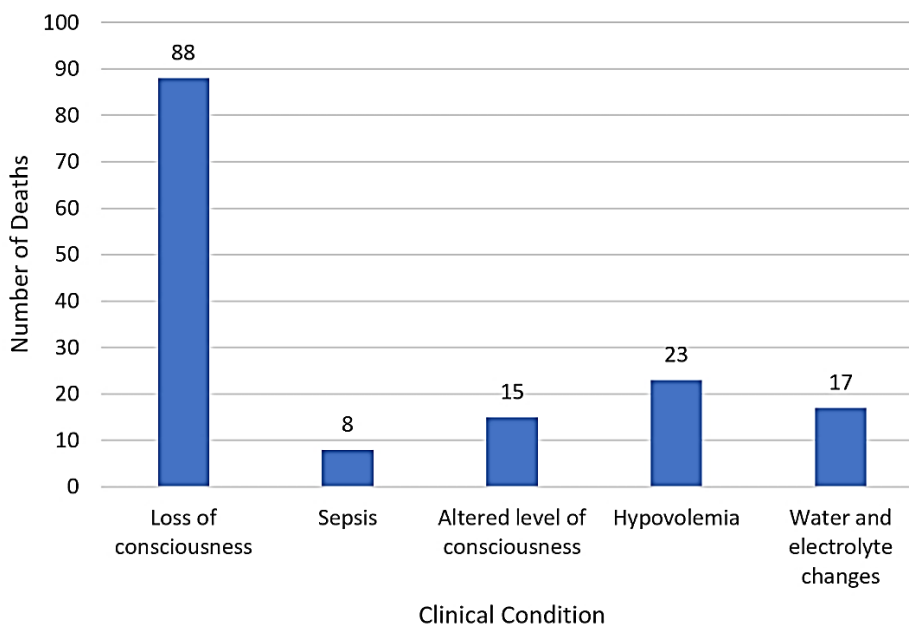
## Conclusion

Different causes of children's trauma have been implicated based on different environmental conditions, laws, and various times, which is why epidemiological studies are important for resolving these problems. Our studies showed that most trauma-related deaths in pediatric and adolescent children during 2011-2020 in Kashan, Iran, were boys, between 15-18 years of age, had head and neck or

chest trauma, referred by ambulance, and caused by traffic accidents on streets, mainly with the car. 0.92% of trauma led to mortality, and the most common cause was head and neck injuries. It also seems that due to strict rules regarding using firearms, no cases of trauma caused by firearms. However, in our city, traffic accidents were the leading cause of trauma in children and adolescents, which requires social, legal, and environmental interventions.

## References

- 1 Adams J, Kennedy A, Cotton J, Brumby S. Child farm-related injury in Australia: a review of the literature. *International journal of environmental research and public health*. 2021;18(11):6063. <https://doi.org/10.3390/ijerph18116063>
- 2 Peden AE, Cullen P, Francis KL, Moeller H, Peden MM, Ye P, et al. Adolescent transport and unintentional injuries: a systematic analysis using the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet public health*. 2022;7(8):e657-e669. [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(22\)00134-7](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(22)00134-7)
- 3 Kauvar DS, Lefering R, Wade CE. Impact of hemorrhage on trauma outcome: an overview of epidemiology, clinical presentations, and therapeutic considerations. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2006;60(6): 3-11. [10.1097/01.ta.0000199961.02677.19](https://doi.org/10.1097/01.ta.0000199961.02677.19)
- 4 Alonge O, Hyder AA. Reducing the global burden of childhood unintentional injuries. *Archives of disease in childhood*. 2014;99(1):62-69. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2013-304177>
- 5 Babikian T, Asarnow R. Neurocognitive outcomes and recovery after pediatric TBI: meta-analytic review of the literature. *Neuropsychology*. 2009;23(3):283. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/a0015268>
- 6 Souza LMDN, Braga LW, Filho GN, Dellatolas G. Quality-of-life: child and parent perspectives following severe traumatic brain injury. *Developmental Neurorehabilitation*. 2007;10(1):35-47. <https://doi.org/10.1080/13638490600822239>
- 7 Danseco ER, Miller TR, Spicer RS. Incidence and costs of 1987-1994 childhood injuries: demographic breakdowns. *Pediatrics*. 2000;105(2):e27. <https://doi.org/10.1542/peds.105.2.e27>
- 8 Siram S, Oyetunji TA, Khoury AL, Walker SR, Bolorunduro OB, Chang DC, et al. Pediatric trauma at an adult trauma center. *Journal of the National Medical Association*. 2010;102(8):692-695. [https://doi.org/10.1016/S0027-9684\(15\)30654-4](https://doi.org/10.1016/S0027-9684(15)30654-4)
- 9 Abdolrahimzadeh Fard H, Mahmudi-Azer S, Abdulzahraa Yaqoob Q, Sabetian G, Iranpour P, Shayan Z, et al. Comparison of chest CT scan findings between COVID-19 and pulmonary contusion in trauma patients based on RSNA criteria: Established novel criteria for trauma victims. *Chin J Traumatol*. 2022;25:170-176. <https://doi.org/10.1016/j.cjtee.2022.01.004>
- 10 Zarei M, Moharrami A, Haghpanah B. Delay in anesthesia assessment time &#8211; A cause of postponement in orthopedic trauma surgery. *Archives of Trauma Research*. 2020;9(4):176-180. [https://doi.org/10.4103/atr.atr\\_72\\_19](https://doi.org/10.4103/atr.atr_72_19)



**Figure 2: Patient's clinical condition at referral with mortality outcome.**

## Discussion

According to a study of trends in the transport and unintentional injury mortality of adolescents between 1990 and 2019, these injuries continue to be major causes of harm that remain largely unchanged as a proportion of all causes of death since 1990<sup>(24)</sup>. Even though the mortality rates for these injuries are declining globally, variations and inequities exist according to trauma mechanism, time period, sociodemographics, and outcome. While progress in reducing injury rates in high-income countries has stalled, injury is becoming a major cause of death and disability in low-income and middle-income countries<sup>(26)</sup>. International donors, governments, and industry must invest to satisfy this challenge, but this investment is often inadequate in low-income countries.

According to this study, most cases of trauma resulting in mortality of children and adolescents were boys, age group 15-18 years, had head and neck or chest trauma, referred by ambulance, and caused by traffic accidents on streets, mainly with the car. A total of 0.92% of trauma cases were associated with mortality, and the most traumatic death was related to head and neck trauma. There was no significant difference between death and non-death groups regarding age, date (year), season, and the time interval between injury and referral.

In a study by Arhami Dolatabadi et al.<sup>(27)</sup> between 2011-2012 in Tehran, Iran, the information of 547

children was examined. According to this study, most referred under 14 years patients to the ED of the hospital were boys, in the summer season, between 16:00 and 24:00, and due to traffic accidents, which complies with our study. Due to the prevailing cultural conditions, it can be said that the use of vehicles by girls is less, and therefore they are less exposed to traffic injuries. In the mentioned study, 1.8% of trauma cases have died. The highest fatality rate due to trauma was related to chest and abdominal trauma. While in our study, this value was 0.92%, and the highest fatality rate due to trauma was related to head and neck trauma.

In our study, the highest mortality was caused by motorcycle trauma with 55<sup>(42.3%)</sup> patients. Bowman et al.<sup>(28)</sup> also pointed out that the less strict rules related to motorcycles and their relatively low price and convenience for use in the studied age group effectively raise the resulting accidents. On the other hand, the people in our studied age group have sometimes been the victims of their parents' carelessness, which has led to accidents. As a result of our study, accidents were the leading cause of trauma (50%), and falling from a height was the second most common cause (36%). As high as 32% of children were injured in a bicycle or motorcycle accident.

In our study, due to limiting laws for using weapons in Iran, firearms and subsequent deaths are the least common cases, and in this study, trauma due to firearms wasn't found. However, in a survey

The frequency distribution of injury sites in traumatized children and adolescents is shown in Table 3. The head and neck area were the most anatomic site of injury that resulted in death ( $P < 0.001$ ).

Also, chest injuries are significantly higher in death cases than in the non-death group ( $P < 0.001$ ). Abdominopelvic and limb trauma is significantly more frequent among the non-death group ( $P < 0.001$ ). Regarding the transfer to the hospital, 123 (81.4%) deaths were referred by ambulance, while 28 (18.6%) deaths were referred by personal vehicle. In the non-death group, 42.3% were referred by ambulance and 57.7% by private vehicle; There was a statistically significant difference ( $P < 0.001$ ).

The damage mechanism is shown in Table 4. The highest mortality in traumas was caused by accidents

and traffic accidents with 130 people (86%,  $P < 0.001$ ). About the used vehicle in case of traffic accidents, the highest mortality was caused by motorcycle traumas with 55 people (42.3%,  $P < 0.001$ ), followed by car accidents (31.5%).

The time interval between injury and referral from the urban area for the death group and non-death was  $15.2 \pm 4.1$  and  $15.4 \pm 2.2$  minutes, respectively, which was not statistically significant ( $P = 0.95$ ). This time in out-of-town injuries for the death group and non-death was  $44.5 \pm 3.1$  and  $45.4 \pm 2.9$  minutes, respectively, which was insignificant ( $P = 0.89$ ).

Regarding the patient's condition at the time of admission, the highest mortality in the clinical condition was the decrease in the level of consciousness in 88 cases (58.3%), which statistically was significant ( $P < 0.001$ ).

**Table 3: The frequency distribution of injury sites**

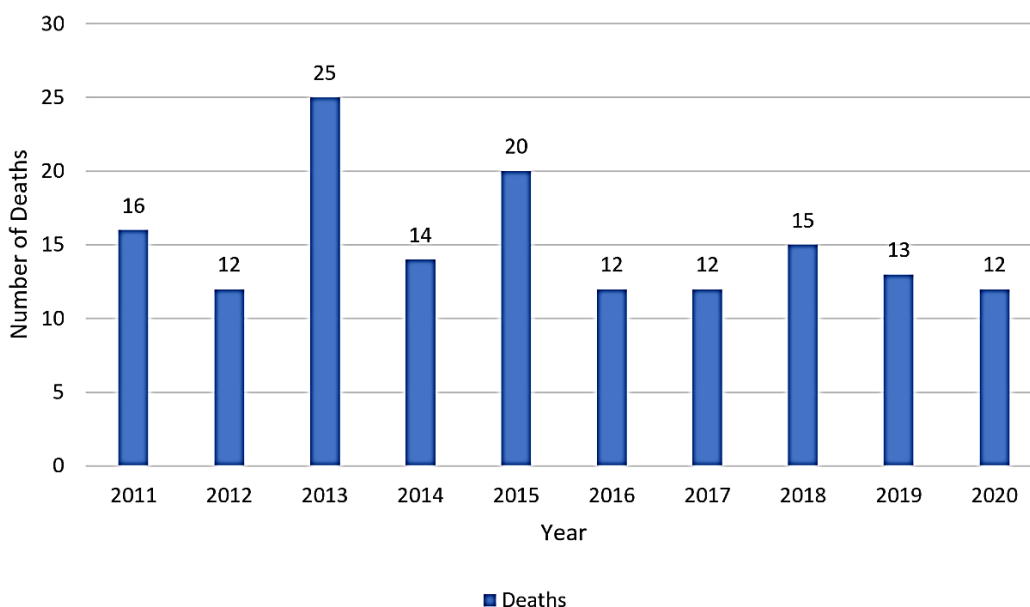
Anatomical site of injury		Death	None-death	P-value*
Head and Neck	Yes	64 (42.4%)	4374 (26.9%)	<0.001
	No	87 (57.6%)	11890 (73.1%)	
Chest	Yes	5 (3.3%)	38 (0.2%)	<0.001
	No	146 (96.7%)	16224 (99.8%)	
Abdominopelvic	Yes	11 (7.3%)	101 (66.9%)	<0.001
	No	140 (92.7%)	16161 (33.1%)	
Limbs	Yes	41 (27.1%)	10983 (67.5%)	<0.001
	No	110 (72.9%)	5279 (32.5%)	

**Table 4: Mechanism of damage (P-value is calculated with Fisher's exact test.)**

Mechanism of injury	Death	None-death	P-value
Driving Accident	130 (86%)	12342 (75.9%)	<0.001
Car	41 (31.5%)	2227 (13.7%)	
Motorcycle	55 (42.3%)	9927 (61%)	
Bicycle	4 (3%)	1128 (6.9%)	
Trunk	4 (3%)	140 (0.9%)	
Pedestrian	26 (20.2%)	2840 (17.5%)	
Falling	6 (3.9%)	487 (3%)	
Burn	4 (2.6%)	325 (2%)	
Drowning	2 (1.3%)	162 (1%)	
Poisoning	2 (1.3%)	585 (3.6%)	
Violence	2 (1.3%)	829 (5.1%)	
Other	5 (3.6%)	1532 (9.4%)	
Total	151 (100%)	16262 (100%)	

**Table 1: Distribution of traumatized children and adolescents based on demographic data**

	Death	None-death	P-value
Sex			
Male	128 (84.7%)	12605 (77.5%)	0.033*
Female	23 (15.3%)	3657 (22.5%)	
Season			
Spring	43 (28.5%)	4553 (28%)	0.96
Summer	48 (31.8%)	5203 (32%)	
Autumn	35 (23.2%)	3577 (22%)	
Winter	25 (16.5%)	2929 (18%)	
Age Group			
1-5 years (early childhood)	43 (28.5%)	2882 (17.7%)	0.004*
6-10 years (middle childhood)	32 (21.2%)	3362 (20.7%)	
11-15 years (early adolescents)	25 (16.5%)	3610 (22.2%)	
16-18 years (late adolescents)	51 (33.8%)	6408 (39.4%)	
Total	151 (100%)	16262 (100%)	



**Figure 1: The prevalence of death occurred due to trauma in children and adolescents per year.**

**Table 2: The frequency distribution of traumatized children and adolescents separated based on the place of the accident.**

Place of accident	Death	None-death	P-value
Street	80 (53%)	7755 (47.7%)	<0.001
Road	34 (22.5%)	914 (5.6%)	
Freeway	15 (9.9%)	339 (2.1%)	
House and School	11 (7.3%)	5354 (32.9%)	
Gym	3 (2%)	854 (5.2%)	
Village	3 (2%)	831 (5.1%)	
Other	5 (3.3%)	215 (1.4%)	
Total	151 (100%)	16262 (100%)	

Nevertheless, based on the study of different regions at various times points, as and also well as the occurrence of unpredictable events, violence, self-harm, and war are described as the most common mechanisms of trauma and accordingly accounted for half of all deaths resulting from trauma in 2000, which was equivalent to 1.6 million deaths<sup>(3)</sup>. Pediatric trauma has always been a concern for most communities and organizations due to its essential role in causing pediatric mortality<sup>(3,15,21,22)</sup>. This information is necessary for the macro-national and local planning processes and health programs, which vary according to geographical region, culture, religion, and ethnicity. However, there are no specific reports and statistics on Iran and our neighboring countries in the middle east, and research conducted in different areas indicates different and variable prevalence<sup>(14,23)</sup>.

Transport and unintentional injury continue to cause death and DALYs in children and adolescents, supporting the need to prioritize new strategies for preventing injuries<sup>(24)</sup>. Most pediatric injuries can be predicted and prevented<sup>(25)</sup>. Although it would be ideal to prevent all injuries, additional studies focusing on critical injuries that result in mortality are necessary because of the significant loss of life. We studied epidemiology and pattern of pediatric traumatic deaths in our city in a developing middle eastern country, Iran, classified by WHO age classification in view of the importance of pediatric trauma information and mortality in our developing communities.

## Materials & Methods

### Study design and setting

The present study was approved by the institutional review board (IRB) of our university of medical sciences. All patients' rights and ethical laws were observed, and the patient's personal information was kept confidential.

This study is a retrospective cohort study based on databases of the city trauma center, investigating children and adolescents aged 1-18 years old from 2011 to 2020 who were referred to the surgical triage department of our tertiary hospital, Kashan, Iran. In this study, cases of death that occurred before reaching the emergency department (ED) were excluded from the study. The study included patients who died in the ED and then were removed from the

hospital morgue. All trauma patients were resuscitated and managed by an experienced trauma team and then managed by a pediatric surgeon (in the case of pediatric traumas) and other specialists if needed.

### Data collection

Data on demographics, injury type, the time span between the event and referral, referral method, clinical condition of the patient at the time of referral, date of trauma, location of incidence, type of vehicle, and site of injuries were collected.

### Statistical analysis

The information was then input into the IBM SPSS version 24 software, and statistical analysis was conducted on the data. Central indices such as mean, frequency, and standard deviation were extracted from the data. Analyses were performed to compare the characteristics of patients who died and survived after admission. Depending on the type of variables and based on the normality of the data according to Shapiro–Wilk test, Chi-square or Student's t-test were used.  $P < 0.05$  was considered a significant level.

## Results

A total of 16413 patients, consist of 151 (0.92%) deaths and 16262 (99.08%) survived patients were included. The mean age in the mortality and non-mortality groups was  $10.0 \pm 6.1$  and  $11.0 \pm 5.6$  years, respectively, with no significant difference ( $P = 0.07$ ). Among the children and adolescents who died, 84.7% were male (128 cases), and 15.3% were female (23 patients), which showed a significant difference in terms of sex differences ( $P = 0.033$ ) (Table 1).

The highest number of deaths (16.5%) occurred in 2013 ( $P = 0.64$ ) (Figure 1).

The highest number of deaths was in 16-18 years, with 51 people (33.8%). There was a significant difference in the number of deaths according to age group ( $P = 0.004$ ). Regarding the mortality rate in each season, the highest mortality was in summer with 48 people (31.8%), and the lowest mortality in winter was 25 people (16.5%,  $P = 0.96$ ) (Table 1).

The distribution of traumatized children and adolescents according to the place of the accident is presented in Table 2. The highest number of deaths was caused by street trauma with 80 cases (53%), followed by road trauma with 34 patients (22.5%).

## Incidence and patterns of traumatic death among children and adolescents, crowded city, Iran

### Abstract

**Introduction:** We aim to evaluate the epidemiology and pattern of pediatric traumatic deaths in an Iranian city, during the period 2011-2020, in light of the importance of information on pediatric trauma and mortality.

**Materials & Methods:** Present study is a retrospective cross-sectional study including children and adolescents admitted to our tertiary trauma hospital between 2011 and 2020. Information from the clinical profiles of 16413 children was gathered and analyzed, including demographics, injury type and mechanism, referral method, and site of injuries.

**Results & Discussion:** 151 (0.92%) deaths related to trauma were identified, 128 (84.7%) were boys and 23 (15.3%) were girls ( $P = 0.033$ ). The mean age of children with and without mortality was  $10.0 \pm 6.1$  and  $11.0 \pm 5.6$  years, respectively ( $P = 0.07$ ). 51 (33.8%) deaths occurred in children 15-18 years old ( $P = 0.004$ ). The highest mortality was in summer with 48 people (31.8%) ( $P = 0.96$ ). Traffic accidents with 130 (86%) cases were the most common mechanism ( $P < 0.001$ ). The most common traumas leading to death were head and neck traumas, with 64 (42.4%) deaths. Regarding the transfer to the hospital, 123 (81.4%) deaths were referred by ambulance, while 28 (18.6%) deaths were referred by personal vehicle ( $P < 0.001$ ).

**Conclusion:** Most trauma-related deaths in pediatric and adolescent children in our city were boys between 16-18 years of age, had head and neck or chest trauma, referred by ambulance, and caused by traffic accidents on streets, mainly with the car. 0.92% of trauma led to mortality, and the most common cause was head and neck injuries. Traffic accidents, the leading cause of trauma, requires social, legal, and environmental interventions.

**Keywords:** Epidemiology, Mortality, Child, Trauma.

Accepted: 39 days before printing

Dr. Mohammad Reza Sharif<sup>1</sup>, Dr. Behzad Nezhad-Tabrizi<sup>2</sup>, Dr. Peyman Mirghaderi<sup>2,3</sup>,  
Dr. Seyed Mohammad Reza Tabatabaee<sup>1</sup>, Dr. Seyed Mohammad Milad Seyed Tabai<sup>2</sup>

1. Kashan Trauma Research Center, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran.

2. Joint Reconstruction Research Center, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

3. Students' Scientific Research Center (SSRC), Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Corresponding Author:  
Dr. Behzad Nezhad-Tabrizi  
Email address:  
Tabrizibehzad@gmail.com

### Introduction

Injuries in children are the leading cause of death and disability globally. In the industrialized world, unintentional injuries in children account for approximately 40% of all deaths<sup>(1)</sup>. Transportation and unintentional injuries were estimated to be responsible for 25% of deaths and 14% of Disability-adjusted life years (DALYs) among adolescents in 2019. These statistics show little improvement since 1990, when such injuries were responsible for 26% of adolescent deaths and 17% of DALYs<sup>(2)</sup>. Trauma is the third leading cause of death in the United States among 1 to 44 year old<sup>(3,4)</sup>, and More than 620,000 children worldwide died from unintentional injuries in 2010<sup>(4)</sup>. It is estimated that the mortality rate associated with trauma is twice as high as that associated with cancer<sup>(3)</sup>. Surviving victims also suffered from varying functional and cognitive impairments<sup>(5,6)</sup>. Disabilities sometimes were permanent, affecting the quality of life and development<sup>(6)</sup>. Various studies and clinical observations indicate that trauma survivors (mainly under 18) are often disabled and face high economic costs<sup>(7,8)</sup>. Over 90% of injuries and deaths from trauma occur in low- and middle-income countries, causing a financial burden on the injured person and society and indirect costs on individuals and society due to lost years of functional capacity. According to studies, this loss of years is approximately 30% for individuals under 65<sup>(9,10)</sup>. Numerous studies have shown that the most prevalent trauma among children is falls from heights, sports injuries, drownings, burns, and traffic accidents<sup>(11-20)</sup>.

- 15 Rodriguez-Merchan E, De la Corte-Rodriguez H, Jimenez-Yuste V. Radiosynovectomy in haemophilia: long-term results of 500 procedures performed in a 38-year period. *Thrombosis Research*. 2014;134(5):985-90. doi.org/10.1016/j.thromres.2014.08.023
- 16 Heim M, Goshen E, Amit Y, Martinowitz U. Synoviorthesis with radioactive Yttrium in haemophilia: country experience. *Haemophilia*. 2001;7(s2):36-9. doi.org/10.1046/j.1365-2516.2001.00108.x
- 17 Silva M, Luck J, Siegel M. 32P chromic phosphate radiosynovectomy for chronic haemophilic synovitis. *Haemophilia*. 2001;7(s2):40-9. doi.org/10.1046/j.1365-2516.2001.00109.x
- 18 Gualtierotti R, Solimeno LP, Peyvandi F. Hemophilic arthropathy: current knowledge and future perspectives. *Journal of Thrombosis and Haemostasis*. 2021;19(9):2112-21. doi.org/10.1111/jth.15444
- 19 Knut L. Radiosynovectomy in the therapeutic management of arthritis. *World Journal of Nuclear Medicine*. 2015;14(01):10-5. doi.org/10.4103/1450-1147.150509

we compared follow-up results between two groups of different patients, rather than following the same patients over different periods. Although matching groups before the  $^{32}\text{P}$  injection was done to minimize selection bias, this approach is less robust than within-patient comparisons.

Calculating the rate of hemarthrosis was based on a subjective variable, which may not have been sufficiently precise. Although the same referral center was used for treatment in all patients, incorporating objectively recorded clinical scores could have served as a double check to ensure the accurate diagnosis of hemophilic arthropathy. Furthermore, while the primary goal of radioactive synoviorthesis is to reduce the burden of coagulation factor consumption, the calculation of factor use—given the possibility of treatment at home or other centers for joint and non-joint bleeding—may not have been exact. This potential inaccuracy precluded a detailed discussion of this aspect in our study.

In the context of synoviorthesis using P32 radioactive for hemophilic joints, our findings indicate a significant reduction in hemarthrosis. However, it is premature to conclusively state that this reduction is constant over time. While the initial results are promising, indicating a notable decrease in joint bleeding, long-term follow-up studies are essential to ascertain the durability of this effect.

The current study's limitation to a 36-month observation period constrains our ability to definitively conclude the permanence of hemarthrosis reduction. Further research with extended follow-up durations is necessary to evaluate the sustained efficacy of P32 synoviorthesis in maintaining reduced hemarthrosis levels. Additionally, monitoring potential long-term adverse effects will be crucial in determining the overall viability and safety of this intervention for chronic management in hemophilia patients.

## Conclusion

$^{32}\text{P}$  synoviorthesis is an effective and durable procedure for managing hemophilic synovitis, particularly in reducing hemarthrosis and improving clinical scores. However, this treatment modality does not appear to halt the radiologic progression of joint destruction associated with hemophilic arthropathy.

## References

- 1 Hanley J, McKernan A, Creagh M, Classey S, McLaughlin P, Goddard N, et al. Guidelines for the management of acute joint bleeds and chronic synovitis in haemophilia: a United Kingdom Haemophilia Centre Doctors' Organisation (UKHCDO) guideline. *Haemophilia*. 2017;23(4):511-20. doi.org/10.1111/hae.13201
- 2 Rodriguez-Merchan EC. Radiosynovectomy in haemophilia. *Blood Reviews*. 2019;35:1-6. doi.org/10.1016/j.blre.2019.01.002
- 3 Stein H, Duthie R. The pathogenesis of chronic haemophilic arthropathy. *Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume*. 1981;63(4):601-9. doi.org/10.1302/0301-620x.63b4.7298694
- 4 van Vulpen LF, Thomas S, Keny SA, Mohanty SS. Synovitis and synovectomy in haemophilia. *Haemophilia*. 2021;27:96-102. doi.org/10.1111/hae.14025
- 5 Hoots W, Rodriguez N, Boggio L, Valentino L. Pathogenesis of haemophilic synovitis: clinical aspects. *Haemophilia*. 2007;13(s3):4-9. doi.org/10.1111/j.1365-2516.2007.01533.x
- 6 Rodriguez-merchan e. Haemophilic synovitis: basic concepts. *Haemophilia*. 2007;13(s3):1-3. doi.org/10.1111/j.1365-2516.2007.01532.x
- 7 Rodriguez-Merchan E, Wiedel J. General principles and indications of synoviorthesis (medical synovectomy) in haemophilia. *Haemophilia*. 2001;7(s2):6-10. doi.org/10.1046/j.1365-2516.2001.00102.x
- 8 odriguez-Merchan EC. Surgical approaches to hemophilic arthropathy. *Blood Coagulation & Fibrinolysis. Haemophilia and Other Congenital Coagulopathies*. 2019;30: 11-13. doi.org/10.1097/MBC.0000000000000824
- 9 Ernstbrunner L, Hingsammer A, Catanzaro S, Sutter R, Brand B, Wieser K, et al. Long-term results of total knee arthroplasty in haemophilic patients: an 18-year follow-up. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2017;25:3431-3438. doi.org/10.1007/s00167-016-4340-6
- 10 Rodriguez-Merchan EC, De la Corte-Rodriguez H, Alvarez-Roman MT, Gomez-Cardero P, Jimenez-Yuste V. Radiosynovectomy for the treatment of chronic hemophilic synovitis: an old technique, but still very effective. *Journal of Clinical Medicine*. 2022;11(24):7475. doi.org/10.3390/jcm11247475
- 11 Rivard GE, Girard M, Belanger R, Jutras M, Guay JP, Marton D. Synoviorthesis with colloidal  $^{32}\text{P}$  chromic phosphate for the treatment of hemophilic arthropathy. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1994;76(4):482-488. doi.org/10.2106/00004623-199404000-00002
- 12 Zhang W-Q, Han S-Q, Yuan Z, He Y-T, Zhang H, Zhang M. Effects of intraarticular  $^{32}\text{P}$  colloid in the treatment of hemophilic synovitis of the knee: A short term clinical study. *Indian Journal of Orthopaedics*. 2016;50:55-58. doi.org/10.4103/0019-5413.173507
- 13 Mortazavi S, Asadollahi S, Farzan M, Shahriaran S, Aghili M, Izadyar S, et al.  $^{32}\text{P}$  colloid radiosynovectomy in treatment of chronic haemophilic synovitis: Iran experience. *Haemophilia*. 2007;13(2):182-188. doi.org/10.1111/j.1365-2516.2006.01424.x
- 14 Eraghi AS, Kaseb MH, Espandar R, Mardookhpour S. The long-term effects of radioactive phosphorous synoviorthesis on hemophilic arthropathy. *Blood Cells Mol Dis*. 2015;55(1):68-70. doi.org/10.1016/j.bcmd.2015.03.011

follow-up period. Another critical question is whether the destructive nature of hemophilic arthropathy can be reversed or halted by synoviorthesis.

Eraghi and colleagues found that patients with fewer than 36 months of follow-up required less factor compared to those with more than 36 months of follow-up. However, they did not determine whether the increased factor consumption in the over 36-months group was due to the treatment of the original joint or the development of new target joints<sup>(14)</sup>. In another study, Silva et al. observed that 75% of cases showed a decrease in hemarthrosis within 6 months to 8 years following 115 primary <sup>32</sup>P synoviortheses. The reduction in hemarthrosis decreased over time, from 93% three months after the injection to 73.7% after 8 years<sup>(17)</sup>. In a previous study, Mortazavi et al. examined 66 cases of <sup>32</sup>P synoviorthesis in 53 patients, some of whom were included in the >36 months follow-up group of the present study. They found that the percentage of cases with no bleeding episodes after the <sup>32</sup>P injection tended to decrease, particularly during the first six months post-injection, dropping from 39% at the third month to 26% at the sixth month. This decline was attributed to factors such as synovial regrowth and ongoing inflammation, the increased physical load as patients became less cautious and more active, and the lack of post-injection physical therapy to enhance muscular strength<sup>(13)</sup>.

In the present study, while there was a significant decrease in the hemarthrosis rate in both the ≤36 and >36 months follow-up groups (Table 2), consistent with previous studies, we did not find any significant difference in the efficacy of synoviorthesis between the two groups when comparing the grade of hemarthrosis reduction (Table 3). At the last visit, a complete cessation of hemarthrosis (grade 0 of hemarthrosis reduction) was observed in 30% of the ≤36 months group and 19.2% of the >36 months group (Table 3). Although the difference was not statistically significant ( $p=0.574$ ), it suggests that there may be a higher likelihood of curing hemarthrosis after <sup>32</sup>P synoviorthesis. In our study Regarding clinical grade, we found an improvement trend in both groups (0.65 in the >36 months group ( $p=0.028$ ) and 0.56 in the ≤36 months group ( $p=0.027$ )), with no significant difference between these improvements ( $p=0.8$ ). As shown in Table 4, although no patients had a clinical grade of 0 before <sup>32</sup>P radio-synovectomy, this intervention improved the clinical score to grade 0 (indicating no clinical

signs of arthropathy, except for radiological findings) in 23.3% of patients in the ≤36 months group and 26.9% in the >36 months group at the last follow-up. This finding, which could be viewed as synonymous with the cessation of hemarthrosis (grade 0 of hemarthrosis reduction) and has been reported in previous studies, represents a significant opportunity for patients to be fully cured by a simple procedure<sup>(13,17)</sup>.

During follow-up, new target joints were identified in 10 patients (33.3%) in the ≤36 months group and 13 patients (50%) in the >36 months group in the present study ( $p>0.05$ ). As follow-up duration increases, the involvement of a greater number of joints by hemophilic arthropathy may progressively occur. The emergence of new target joints indicates that synoviorthesis is a focal, rather than systemic, treatment and has no therapeutic or preventive effect on other joints. This also explains the continued factor consumption in patients who otherwise responded well to synoviorthesis, making it difficult to directly correlate factor consumption with the success of synoviorthesis.

Similar to our findings, a radiographic follow-up study of 29 joints over 1 to 14 years (median 8 years) demonstrated deterioration in the radiological score in 23 (79%) of the joints. Rivard et al. evaluated the radiographic grade of 92 joints in 48 hemophiliacs treated with <sup>32</sup>P synoviorthesis. Compared to joints that had not been injected with <sup>32</sup>P, they concluded that once initiated, hemophilic arthropathy progresses regardless of the treatment<sup>(11)</sup>. In our study, 63% of joints in the >36 months follow-up group showed deterioration in radiological grade, with a mean deterioration of 0.78. This was significantly worse than in the ≤36 months follow-up group, where only 28% of cases showed deterioration, with an average deterioration of 0.25 ( $p<0.05$ ). These findings reinforce the notion that, despite improvements in the hemarthrosis rate and clinical grade of the joint, the destructive nature of hemophilic arthropathy continues, even after <sup>32</sup>P synoviorthesis. However, our case study is limited to a 36-month period, which constrains our ability to fully evaluate the inhibitory effects of radioactive <sup>32</sup>P synoviorthesis on joint cartilage destruction.

Our study had some limitations. The relatively small sample size may have affected our results, particularly in terms of a type II error, where some differences that appeared non-significant might have been significant with a larger sample. Additionally,

**Table 4: The effects of radiosynovectomy on clinical grade (Fernandez-palazzi scale) before and after 32P radiosynovectomy.**

	Definition	F/U≤36m		F/U>36m	
		Before	after	Before	After
0		-	7 (23.3%)	-	7 (26.9%)
1	Transitory synovitis with no post-bleeding sequelae	1 (3.3%)	1 (3.3%)	2 (7.7%)	1 (3.8%)
2	Permanent synovitis with persistent synovial thickening and limited range of motion	6 (20%)	2 (6.7%)	5 (19.2%)	3 (11.5%)
3	As for Grade 2 plus muscular atrophy and axial deformity of the limb	23(76.7%)	20(66.7%)	19(73.1%)	15(57.7%)
4	Fibrous or osseous ankylosis	-	-	-	
Total		30 (100%)	30 (100%)	26 (100%)	26 (100%)

**Table 5: The effects of radiosynovectomy on radiological grade (Arnold–Hilgartner scale) before and after 32P radiosynovectomy.**

	Definition	≤36m		>36m	
		Before	after	before	after
0	Normal joint	-	-	-	-
1	No skeletal abnormalities: soft tissue swelling present	-	1 (3.7%)	-	-
2	Osteoporosis and overgrowth of epiphysis; no erosions; no narrowing of cartilage space	6 (24%)	3 (11.1%)	7 (30.4%)	-
3	Early subchondral bone cysts; squaring of patella; intercondylar notch of distal femur or humerus widened; cartilage space remained preserved	9 (36%)	10 (37%)	5 (21.7%)	7 (26.9%)
4	Findings of Stage III more advanced: cartilage space narrowed	10 (40%)	10 (37%)	9 (39.1%)	11(42.3%)
5	Fibrous joint contracture; loss of joint cartilage space; marked enlargement of the epiphysis and substantial disorganization of the joint	-	3 (11.1%)	2 (8.7%)	8 (30.8%)
Total		25 (100%)	27 (100%)	23 (100%)	26 (100%)

## Discussion

Similar to our study, several research studies have investigated the use of radioactive <sup>32</sup>P synoviorthesis for treating hemophilic arthropathy and have found that it effectively reduces the rate of hemarthrosis, decreases coagulation factor consumption, and improves the patient's clinical condition<sup>(12,13,17,19)</sup>. The primary difference between synoviorthesis using P-32 and previous methods lies in the type of radionuclide used and its specific properties. P-32, a beta-emitting radionuclide, offers a higher energy emission compared to earlier radionuclides like Y-90 or Re-188. This higher energy emission allows for a more effective penetration and treatment of the synovial lining, potentially leading to better outcomes

in terms of pain relief and reduction of joint effusion. Additionally, P-32 has a shorter half-life, which may result in a more localized effect and reduced risk of systemic radiation exposure. However, further studies are needed to fully understand the long-term benefits and potential risks associated with P-32 synoviorthesis compared to previous methods<sup>(19)</sup>. However, an important question concerns the durability of this effect. When radioactive synoviorthesis targets sub-synovial vessels by ablating and occluding them, the angiogenesis and revascularization eventually lead to the formation of new bleeding vessels, thereby causing recurrent hemarthrosis? This possibility could be inferred from a decrease in the efficacy of synoviorthesis in reducing hemarthrosis, coagulation factor consumption, and clinical grades over a longer

		P= 1.00 (Fischer's Exact test)	P=0.27 (independent samples t-test)	P= 1.00 (Fischer's Exact test)	P=0.48 (Fischer's Exact test)
--	--	-----------------------------------	--	-----------------------------------	----------------------------------

**Table 2: Comparing variable within and between ≤36 months and > 36 months follow-up groups**

A: Rate of hemarthrosis per month					
		Pre-injection		Last follow-up	Grade of hemarthrosis reduction
≤36 m	N:30 Miss:6	Mean: 7.30 SE: 1.54	P: 0.001	Mean:3.17 SE:0.79	Mean: 1.80 SE: 0.28
		P: 0.078		P: 0.574	P: 0.90
>36 m	N:26 Miss:3	Mean: 4.85 SE: 1.13	P: 0.002	Mean: 3.11 SE: 1.05	Mean:1.65 SE: 0.30
C: Clinical grade (Fernandez-Palazzi)					
		Pre-injection		Last follow-up	Δ clinical score
≤36 m	N:30 Miss: 0	Mean: 2.73 SE: 0.09	P: 0.027	Mean: 2.17 SE: 0.23	Mean: -0.56 SE: 0.21
		P: 0.57		P: 0.39	P: 0.8
>36 m	N:26 Miss:0	Mean: 2.65 SE :0.12	P: 0.028	Mean: 2 SE: 0.26	Mean: -0.65 SE: 0.28
D: Radiological grade (Arnold–Hilgartner scale)					
		Pre-injection		Last follow-up	Δ Radiological score
≤36 m	N:30 Miss:5	Mean: 3.16 SE: 0.16	P: 0.130	Mean:3.41 SE:0.19	Mean: 0.25 SE: 0.15
		P: 0.61		P: 0.017	P: 0.013
>36 m	N:26 Miss:3	Mean: 3.26 SE: 0.21	P: 0.001	Mean: 4.04 SE: 0.15	Mean: 0.78 SE: 0.14

**Table 3: Grading of hemarthrosis reduction after radiosynovectomy**

Grade	Definition	Frequency (%)	
		F/U≤ 36m	F/U>36m
0	no bleeding episode	9 (30%)	5 (19.2%)
1	>75% reduction in bleeding episodes	11 (36.7%)	6 (23.1%)
2	>50% reduction in bleeding episodes	2 (6.7%)	5 (19.2%)
3	>25% reduction in bleeding episodes	2 (6.7%)	2 (7.7%)
4	No change in the frequency of bleeding episodes	6 (20%)	8 (30.8%)
Total		30 (100%)	26 (100%)
Mean of decrease in hemarthrosis rate/month		1.80	1.65
Standard error		0.28	0.30
		P value = 0.90	

those followed for 36 months or less ( $\leq 36m$ ) and those with a follow-up duration of more than 36 months ( $>36m$ ). The  $\leq 36m$  group consisted of 30 patients (age: 6-36 years) with a mean follow-up of 21.83 months (SD: 12.12; range: 3-36 months), while the  $>36m$  group included 26 patients (age: 2.5-35 years) with a mean follow-up of 43.63 months (SD: 20.60; range: 38-102 months). The patients' demographic data, as well as the type of hemophilia and presence of inhibitors, are summarized in Table 1. The  $\leq 36m$  group included 21 knees, 3 elbows, and 6 ankles, while the corresponding numbers for the  $>36m$  group were 24, 1, and 1, respectively. There was no significant difference between the two groups regarding variables such as sex, age, type of hemophilia, presence of inhibitors, and injected joints.

The average reduction in the rate of hemarthrosis was 56.4% in the  $\leq 36m$  group and 35.9% in the  $>36m$  group, with both being statistically significant ( $p=0.001$  and  $p=0.002$ , respectively) (Table 2). The clinical reduction was also graded as described in Table 3<sup>(13)</sup>. Although the comparison of hemarthrosis reduction grades between the two groups was not statistically significant ( $p=0.90$ ), there was a trend toward a better response to radio-synovectomy in the short-term follow-up group (mean reduction grade: 1.8 in  $\leq 36m$  versus 1.65 in  $>36m$ ). During the follow-up period, new target joints were identified in 10 patients (33.3%) in the  $\leq 36m$  group and 13 patients (50%) in the  $>36m$  group. We observed a 91.2% and 77.2% reduction in mean coagulation factor consumption per month for the  $^{32}P$ -injected joint in the  $\leq 36m$  and  $>36m$  groups, respectively ( $p<0.001$  within each group, but  $p>0.05$   $p=0.065$  between groups).

Tables 2 and 4 present the frequency of clinical grades (Fernandez-Palazzi scale) and comparisons of

means before and after  $^{32}P$  injection within and between the two groups. These tables also show the  $\Delta$  clinical score, defined as the difference between the grade at the last follow-up and the pre-injection grade.  $^{32}P$  radio-synovectomy significantly improved the mean clinical score in both groups. Although this improvement was clinically more significant in both groups, the comparison of the  $\Delta$  clinical score between the two groups was not statistically significant ( $p=0.8$ ). Furthermore, while no patient had a clinical grade of 0 before  $^{32}P$  synovectomy, this intervention improved the clinical score to grade 0 (indicating no clinical signs of arthropathy, except for radiological findings) in 23.3% of patients in the  $\leq 36m$  group and 26.9% in the  $>36m$  group at the last follow-up (Table 4).

Similar data on radiographic grades (Arnold-Hilgartner scale) are presented in Tables 2 and 5. As these tables show, the mean radiological grade worsened in both follow-up groups, with a significant p-value in the  $>36m$  group ( $p=0.001$ ). At the last follow-up, 4% (1 case) of the  $\leq 36m$  group showed improvement in the radiological score, 58% (17 cases) showed no change, and 28% (7 cases) worsened. In the  $>36m$  group, no cases (0%) showed improvement, 34.7% (8 cases) showed no change, and 65.2% (15 cases) experienced worsening of the radiological score. Additionally, the comparison of  $\Delta$  radiological grades (difference between the last follow-up radiological grade and the pre-injection grade) between the two groups (Table 2) showed that the radiological grade deteriorated to a greater extent in the  $>36m$  group (0.78 versus 0.25,  $p=0.013$ ). This statistically significant worsening of the radiological grade with longer follow-up duration may suggest that  $^{32}P$  synoviorthesis is unable to halt the joint destruction associated with hemophilic arthropathy.

**Table 1: The demographic and hemophilia data of the patients**

Group (follow-up duration)	Number of patients	Sex (male/female)	Age (mean $\pm$ SD)	Type of coagulation disorder frequency (%)			Inhibitor frequency (%)	
				Severe A (factor VIII $\leq 1\%$ )	Moderate A (factor VIII 1-5%)	Von Willebrand type 3	Positive	Negative
$\leq 36m$	30	29/1	15.55 $\pm$ 6.17	27 (90%)	2 (6.7%)	1 (3.3%)	4 (13.3%)	26 (86.6%)
$>36m$	26	26/0	17.71 $\pm$ 8.33	25 (96.2%)	1 (3.8%)	-	6 (23.1%)	20 (76.9%)

According to previous studies, synoviorthesis treatment has demonstrated significant improvements in various symptoms. These include a reduction in joint bleeding, decreased pain and swelling, and enhanced joint mobility. Additionally, there have been observed reductions in coagulation factor consumption and, in some cases, notable clinical and radiological changes in the treated joints<sup>(11-14)</sup>. Some studies have reported the duration of its effectiveness typically ranges from 6 months to 2 years, with some patients experiencing benefits for up to 3 years<sup>(10,15)</sup>. However, the durability of the improvement was inconsistent across these studies, with initial reductions in bleeding rates often followed by an increase in bleeding over the subsequent years after radio-synoviorthesis<sup>(16,17)</sup>.

The aim of this study was to evaluate whether the time elapsed since synoviorthesis for hemophilic arthropathy influences the clinical and radiological effects of <sup>32</sup>P radio-synovectomy. To achieve this, outcomes were compared between two groups with follow-up periods of less than and more than 36 months.

## Materials & Methods

This study was a retrospective cohort study, which was performed on hemophilic patients with recurrent hemarthrosis in a target joint at Tehran University of Medical Sciences between May 2002 and March 2009. Our inclusion criteria were: (1) hemophilic patients who had experienced more than three episodes of hemarthrosis in a target joint in the previous six months, or (2) those with at least clinical stage II hemophilic arthropathy based on the Fernandez-Palazzi classification. Our exclusion criteria were: (1) patients with less than three months of follow-up, (2) those who received more than one intra-articular <sup>32</sup>P injection in the same joint, (3) patients with advanced joint degeneration (Arnold-Hilgartner stage V) or clinical grade IV based on the Fernandez-Palazzi classification, (4) individuals with prior surgical synovectomy of the treated joint, and (5) those with active infection or non-hemophilia-related inflammatory joint diseases.

After an acute hemarthrosis, a conservative treatment protocol was applied, which included coagulation factor replacement, immobilization, and analgesics. It was followed by a rehabilitation program consisting of physical therapy and orthotic support. If indicated, radioactive synoviorthesis was

performed once the acute stage of hemarthrosis had subsided. The clinical diagnosis of hemophilic arthropathy was confirmed by Magnetic Resonance Imaging (MRI) prior to synoviorthesis. The protocol followed was the same as described in our previous publication<sup>(13)</sup>. Briefly, patients received two bolus doses of FVIII (to provide 100% activity), one just before and another 8–12 hours after the procedure. For patients with positive inhibitors, factor VIIa was administered.

Under aseptic conditions, an intra-articular injection of <sup>32</sup>P (1 mCi for the knee and 0.5 mCi for other joints, with half the adult dose for children under 12 years) was performed. After the injection, the needle was flushed with 2 cc of saline, and the injection site was dressed. The joint was then immobilized with a compression bandage and a plaster of Paris splint for 1–2 weeks, depending on the patient's age. Only one injection was administered per affected joint, and joints that received more than one injection of <sup>32</sup>P were not included in the study. Patients were evaluated after one week, then every three months for up to one year, and annually thereafter.

In this study, the rate of hemarthrosis, clinical score (Fernandez-Palazzi classification), and radiological score (Arnold-Hilgartner scale) based on anteroposterior and lateral radiographs were assessed for each joint before synoviorthesis and at the final follow-up<sup>(18)</sup>. Joints with a follow-up duration of less than three months were excluded from the study. The study was conducted under a protocol approved by the ethics committee of Tehran University of Medical Sciences, and informed consent was obtained from the patients or their parents.

Wilcoxon signed-rank tests, ANOVA, and paired t-tests were conducted to compare pre- and post-synovectomy results. A p-value of <0.05 was considered significant, and SPSS version 13 (Chicago, IL, USA) was used for statistical analysis.

## Results

<sup>32</sup>P synoviorthesis procedures were performed on 78 joints. Out of these, 56 joints in 56 patients received a single injection and were followed for more than three months, thus qualifying for inclusion in the study. To assess the results based on the duration of follow-up, data analysis indicated that approximately 36 months was a critical threshold for observing significance of different outcomes. Therefore, the results were compared between these two groups:

## The effect of P32 radioactive synoviorthesis in hemophilic synovitis: How long does it last?

### Abstract

**Introduction:** Radioactive synoviorthesis, used as a local treatment for hemophilic arthropathy, causes the ablation of sub-synovial vessels. Previous studies have indicated that this procedure is effective in reducing the frequency of hemarthrosis in patients with recurrent episodes. However, it remains unclear how long this effect lasts and whether it has any impact on radiographic changes. We are reporting on the impact longevity of synoviorthesis on recurrence of hemarthrosis, in hemophilia and the also clinical and radiographic changes of the joint.

**Materials & Methods:** Synoviorthesis using  $^{32}\text{P}$  that had been performed one time on 56 target joints in 56 patients. The pre-treatment radiographic changes were compared with post treatment changes using Arnold-Hilgartner grading, and the clinical change was compared with Fernandez-Palazzi grading. The time period of follow-ups was grouped into below and over 36-months periods.

**Results & Discussion:** 56 joints in 56 patients were studied. Thirty cases (29 males, one female) with an average age of 15.55 ( $\pm 6.17$ ) years and a follow-up duration of 21.8 months (range: 3–36 months) were compared with 26 males with an average age of 17.71 ( $\pm 8.33$ ) years and an average follow-up duration of 43.6 months (range: 38–102 months). The average reduction in the rate of hemarthrosis was 56.4% in the group with up to 36-month follow-up ( $p < 0.05$ ) and 35.9% in over 36-months follow-up group ( $p < 0.05$ ) but with non-significant difference. Additionally, the mean improvement in clinical grade (Fernandez-Palazzi) was 0.56 (SE: 0.21) in shorter ( $p < 0.05$ ) and 0.65 (SE: 0.28) in longer follow-up group ( $p < 0.05$ ), with the slightly better but non-significant results in the former group. The mean increase in radiographic grade (Arnold-Hilgartner) was 0.25 (SE: 0.15) in the shorter follow-up and 0.78 (SE: 0.14) in the longer follow-up group, with a significant difference.

**Conclusion:** The beneficial clinical effect of  $^{32}\text{P}$  synoviorthesis in hemophilic arthropathy persists over time. Despite an initial reduction in its effectiveness, longer follow-up demonstrated that synoviorthesis remains as a durable procedure. However, it is unable to halt the radiologic progression of joint destruction.

**Keywords:** Hemophilia, Arthropathies, Hemarthrosis, Synovitis, Radioactive Isotope.

Accepted: 44 days before printing

Dr. Amir Reza Farhoud<sup>1</sup>, Dr. Mohammadreza Razzaghof<sup>1</sup>, Dr. Sepand Heidari<sup>1</sup>, Dr. Ali Shbeeb<sup>1</sup>,  
Dr. Gholam Reza Toogeh<sup>2</sup>, Dr. Mohammad Ayati Firoozabadi<sup>1</sup>, Dr. Mohammad Eftekhari<sup>3</sup>,  
Dr. Seyed Mohammad Javad Mortazavi<sup>1</sup>

1. Joint Reconstruction Research Center, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

2. Thrombosis Hemostasis Research Center, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

3. Research Center for Nuclear Medicine, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

### Corresponding Author:

Dr. Seyed Mohammad Javad Mortazavi  
Email address:  
smjmort@yahoo.com

## Introduction

The joints are the most common sites of bleeding in patients with hemophilia<sup>(1,2)</sup>. Recurrent hemarthrosis can lead to the accumulation of excess iron, which triggers synovitis by damaging synoviocytes, releasing chondrolytic enzymes and inflammatory mediators<sup>(3)</sup>. This process can result in progressive hemophilic arthropathy and eventually arthrofibrosis<sup>(4,5)</sup>. Although prophylactic replacement of coagulation factor is the preferred treatment for preventing bleeding and its associated arthropathy<sup>(5,6)</sup>, challenges such as limited accessibility to coagulation factors in some countries and complications from repeated injections (such as development of inhibitors and the risk of infection from continuous intravenous catheters) have led to the exploration of alternative modalities. These include therapeutic factor replacement after each hemarthrosis, open or arthroscopic synovectomy, and synoviorthesis<sup>(7-9)</sup>. Synoviorthesis, which is used to disrupt the vicious cycle of synovitis caused by inflammation and bleeding in the synovium, can be performed chemically or with radioactive agents<sup>(10)</sup>.

- 9 Phan K, Hogan JA, Assem Y, Mobbs RJ. PEEK-Halo effect in interbody fusion. *Journal of Clinical Neuroscience*. 2016; 24:138-140. doi: 10.1016/j.jocn.2015.07.017.
- 10 McCall TA, Brokaw DS, Jelen BA, Scheid DK, Scharfenberger AV, Maar DC, et al. Treatment of large segmental bone defects with reamer-irrigator-aspirator bone graft: technique and case series. *Orthopedic Clinics*. 2010;41(1):63-73. doi: 10.1016/j.ocl.2009.08.002.
- 11 Stannard JP, Sathy AK, Moeinpour F, Stewart RL, Volgas DA. Quantitative analysis of growth factors from a second filter using the Reamer-Irrigator-Aspirator system: description of a novel technique. *Orthopedic Clinics*. 2010;41(1):95-98. doi: 10.1016/j.ocl.2009.07.002.
- 12 Kim SY, Park KS, Jung SS, Chung SY, Kim SM, Park MS, et al. An early comparative analysis of the use of autograft versus allograft in anterior cervical discectomy and fusion. *Korean Journal of Spine*. 2012;9(3):142. doi: 10.14245/kjs.2012.9.3.142.
- 13 Lemcke J, Al-Zain F, Meier U, Suess O. Polyetheretherketone (PEEK) spacers for anterior cervical fusion: a retrospective comparative effectiveness clinical trial. *The open orthopaedics journal*. 2011; 5:348. doi: 10.2174/1874325001105010348.
- 14 Suess O, Schomaker M, Cabraja M, Danne M, Kombos T, Hanna M. Empty polyetheretherketone (PEEK) cages in anterior cervical discectomy and fusion (ACDF) show slow radiographic fusion that reduces clinical improvement: results from the prospective multicenter "PIERCE-PEEK" study. *Patient safety in surgery*. 2017; 11:1-12. doi: 10.1186/s13037-017-0128-y.
- 15 Panayotov IV, Orti V, Cuisinier F, Yachouh J. Polyetheretherketone (PEEK) for medical applications. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*. 2016;27:1-11. doi: 10.1007/s10856-016-5731-4.
- 16 Yao Y-C, Chou P-H, Lin H-H, Wang S-T, Chang M-C. Outcome of Ti/PEEK versus PEEK cages in minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion. *Global Spine Journal*. 2023;13(2):472-478. doi: 10.1177/21925682211000323.
- 17 Samartzis D, Shen FH, Goldberg EJ, An HS. Is autograft the gold standard in achieving radiographic fusion in one-level anterior cervical discectomy and fusion with rigid anterior plate fixation?. *Spine*. 2005; 1;30(15):1756-1761. doi: 10.1097/01.brs.0000172148.86756.ce.
- 18 Virk SS, Elder JB, Sandhu HS, Khan SN. The cost effectiveness of polyetheretherketone (PEEK) cages for anterior cervical discectomy and fusion. *Clinical Spine Surgery*. 2015;28(8): 482-492. doi: 10.1097/BSD.0b013e3182aa3676.
- 19 Buser Z, Brodke DS, Youssef JA, Rometsch E, Park J-B, Yoon ST, et al. Allograft versus demineralized bone matrix in instrumented and noninstrumented lumbar fusion: a systematic review. *Global spine journal*. 2018;8(4):396-412. doi: 10.1177/2192568217735342.
- 20 Moo IH, Kam CJW, Lai MWS, Yeo W, Soh RCC. A comparison of contiguous two-level anterior cervical discectomy and fusion using a structural allograft versus a Polyetheretherketone (PEEK) cage: the results of a three-year follow-up. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2020;21:1-8. doi: 10.1186/s12891-020-03325-y
- 21 Liao J-C, Niu C-C, Chen W-J, Chen L-H. Polyetheretherketone (PEEK) cage filled with cancellous allograft in anterior cervical discectomy and fusion. *International orthopaedics*. 2008; 32:643-648. doi: 10.1007/s00264-007-0378-x.
- 22 Yang S, Yu Y, Liu X, Zhang Z, Hou T, Xu J, et al. Clinical and radiological results comparison of allograft and polyetheretherketone cage for one to two-level anterior cervical discectomy and fusion: a CONSORT-compliant article. *Medicine*. 2019;98(45): e17935. doi: 10.1097/MD.00000000000017935.
- 23 Wang M, Chou D, Chang C-C, Hirpara A, Liu Y, Chan AK, et al. Anterior cervical discectomy and fusion performed using structural allograft or polyetheretherketone: pseudarthrosis and revision surgery rates with minimum 2-year follow-up. *Journal of Neurosurgery: Spine*. 2019;32(4):562-569. doi: https://doi.org/10.3171/2019.9.SPINE19879.
- 24 Ni J, Zheng Y, Liu N, Wang X, Fang X, Phukan R, et al. Radiological evaluation of anterior lumbar fusion using PEEK cages with adjacent vertebral autograft in spinal deformity long fusion surgeries. *European Spine Journal*. 2015; 24:791-799. doi: 10.1007/s00586-014-3745-5.
- 25 Martin CT, Niu S, Whicker E, Ward L, Yoon ST. Radiographic factors affecting lordosis correction after transforaminal lumbar interbody fusion with unilateral facetectomy. *International Journal of Spine Surgery*. 2020;14(5):681-686. doi: 10.14444/7099.
- 26 Cutler AR, Siddiqui S, Hillard VH, Cerabona F, Das K. Comparison of polyetheretherketone cages with femoral cortical bone allograft as a single-piece interbody spacer in transforaminal lumbar interbody fusion. *Journal of Neurosurgery: Spine*. 2006;5(6):534-539. doi: 10.3171/spi.2006.5.6.534.
- 27 Villavicencio AT, Nelson EL, Rajpal S, Beasley K, Burneikiene S. Prospective, randomized, double-blinded clinical trial comparing PEEK and allograft spacers in patients undergoing transforaminal lumbar interbody fusion surgeries. *The Spine Journal*. 2022;22(1):84-94. doi: 10.1016/j.spinee.2021.06.005.
- 28 Torstrick FB, Lin AS, Potter D, Safranski DL, Sulchek TA, Gall K, et al. Porous PEEK improves the bone-implant interface compared to plasma-sprayed titanium coating on PEEK. *Biomaterials*. 2018; 185:106-116. doi: 10.1016/j.biomaterials.2018.09.009.
- 29 Lund T, Oxland T, Jost B, Cripton P, Grassmann S, Etter C, et al. Interbody cage stabilisation in the lumbar spine: biomechanical evaluation of cage design, posterior instrumentation and bone density. *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume*. 1998;80(2):351-359. doi: 10.1302/0301-620x.80b2.7693.
- 30 Oxland TR, Lund T. Biomechanics of stand-alone cages and cages in combination with posterior fixation: a literature review. *European spine journal*. 2000; 9: 95-101. doi: 10.1007/PL00010028.
- 31 Gödde S, Fritsch E, Dienst M, Kohn D. Influence of cage geometry on sagittal alignment in instrumented posterior lumbar interbody fusion. *Spine*. 2003;28(15):1693-1699. doi: 10.1097/01.BRS.0000083167.78853.D5.
- 32 Sembrano JN, Horazdovsky RD, Sharma AK, Yson SC, Santos ER, Polly Jr DW. Do lordotic cages provide better segmental lordosis versus nonlordotic cages in lateral lumbar interbody fusion (LLIF)? *Clinical spine surgery*. 2017;30(4): 338-343. doi: 10.1097/BSD.0000000000000114.
- 33 Groth AT, Kuklo TR, Klemme WR, Polly DW, Schroeder TM. Comparison of sagittal contour and posterior disc height following interbody fusion: threaded cylindrical cages versus structural allograft versus vertical cages. *Clinical Spine Surgery*. 2005;18(4):332-336. doi: 10.1097/01.bsd.0000163037.17634.89.

However, in the present study, no significant difference was found in the postoperative lordosis angle between the two methods, but the percentage change in the allograft group was greater. A recent 2022 study with a 2-year follow-up compared the allograft and PEEK cage methods, reporting lumbar lordosis improvement and maintenance in 43.3% and 49.2% of patients, and segmental alignment in 38.3% and 36.1% for the allograft and PEEK cage groups, respectively<sup>(27)</sup>.

Our study found that the lordosis angle increase in patients treated with Allograft Impaction was nearly twice that of the PEEK cage method. This may be attributed to the flexibility in the geometry and better integration of the allograft compared to the PEEK cage in correcting lordosis in the lumbosacral vertebrae. One of the main issues with PEEK cages is the limitation in their integration potential<sup>(28)</sup>. Several studies have addressed the impact of implant geometry in spinal surgery. Biomechanical studies by Lund et al.<sup>(29)</sup> and Oxland and Lund<sup>(30)</sup> showed that stand-alone cages, when used with the posterior approach, cannot provide significant stability in spinal structures, especially in extension and rotation. Gödde et al. reported that the use of lordotic and non-lordotic cages had a significant impact on pelvic spine parameters after surgery. In the lordotic cage group, lordosis improved significantly in fused segments, while in the non-lordotic cage group, lordosis decreased by 3 to 8 degrees, with the authors attributing this difference to the cage geometry<sup>(31)</sup>. Similarly, a study by Sembrano et al. observed a significant increase in lumbar lordosis after lumbar interbody fusion using 10° lordotic cages, while the non-lordotic cage group had no significant impact on sagittal alignment after surgery<sup>(32)</sup>. In a study by Groth et al., three treatment approaches (vertical cages, allograft, and threaded cylindrical cages) were compared in 49 patients. At the 1-year follow-up, lordosis improved in the vertical cage group, whereas it decreased in the allograft and threaded cylindrical cage groups<sup>(33)</sup>.

This study also had some limitations. It involved a small group of patients with two treatment approaches, and further research with a larger sample size and longer follow-up period is recommended. Although the study was conducted by two experienced surgeons, assessing results in patients treated by a single surgeon could reduce potential bias. The follow-up period in this study was limited, and thus, long-term results such as

subsidence rates, fusion, PEEK cage stability, long-term complications, reoperation rates, and others were not evaluated, which should be addressed in future studies.

## Conclusion

The results of this study indicate that the use of Allograft Impaction leads to a greater correction of lordosis in the lumbosacral vertebrae of patients undergoing posterior spinal fusion with posterior lumbar interbody fusion compared to the PEEK cage method. These findings are valuable for neurosurgeons in managing patient treatment and achieving better clinical outcomes.

## References

- 1 Yson SC, Sembrano JN, Santos ER. Comparison of allograft and polyetheretherketone (PEEK) cage subsidence rates in anterior cervical discectomy and fusion (ACDF). *Journal of Clinical Neuroscience*. 2017; 1(38):118-121. doi: 10.1016/j.jocn.2016.12.037.
- 2 de Kunder SL, van Kuijk SM, Rijkers K, Caelers IJ, van Hemert WL, de Bie RA, van Santbrink H. Transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF) versus posterior lumbar interbody fusion (PLIF) in lumbar spondylolisthesis: a systematic review and meta-analysis. *The spine journal*. 2017 Nov 1;17(11):1712. doi: 10.1016/j.spinee.2017.06.018.
- 3 Oikonomidis S, Meyer C, Scheyerer MJ, Grevenstein D, Eysel P, Bredow J. Lumbar spinal fusion of low-grade degenerative spondylolisthesis (Meyerding grade I and II): Do reduction and correction of the radiological sagittal parameters correlate with better clinical outcome? *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. 2020; 140:1155-1162. doi: 10.1007/s00402-019-03282-9.
- 4 Lazennec J, Ramaré S, Arafati N, Laudet C, Gorin M, Roger B, et al. Sagittal alignment in lumbosacral fusion: relations between radiological parameters and pain. *European Spine Journal*. 2000; 9:47-55. doi: 10.1007/s005860050008.
- 5 Kumar M, Baklanov A, Chopin D. Correlation between sagittal plane changes and adjacent segment degeneration following lumbar spine fusion. *European spine journal*. 2001;10(4):314-319. doi: 10.1007/s005860000239.
- 6 Rothenfluh DA, Mueller DA, Rothenfluh E, Min K. Pelvic incidence-lumbar lordosis mismatch predisposes to adjacent segment disease after lumbar spinal fusion. *European Spine Journal*. 2015; 24:1251-1258. doi: 10.1007/s00586-014-3454-0.
- 7 Makino T, Kaito T, Fujiwara H, Honda H, Sakai Y, Takenaka S, et al. Risk factors for poor patient-reported quality of life outcomes after posterior lumbar interbody fusion: an analysis of 2-year follow-up. *Spine*. 2017;42(19):1502-1510. doi: 10.1097/BRS.0000000000002137.
- 8 Galla F, Wähnert D, Liljenqvist U. Georg Schmorl Prize of the German Spine Society (DWG) 2017: correction of spino-pelvic alignment with relordosing mono- and bisegmental TLIF spondylodesis. *European Spine Journal*. 2018; 27:789-796. doi: 10.1007/s00586-018-5503-6.

impaction and PEEK cage groups in terms of gender ( $P = 0.080$ ), age ( $P = 0.426$ ), or hospital stay duration ( $P = 0.705$ ) (Table 1).

The results indicated no significant difference in postoperative pain severity between the allograft impaction (median = 4) and PEEK cage (median = 4) groups ( $P = 0.973$ ). The median preoperative lordosis angle was  $32^\circ$ , while the postoperative angle was  $43^\circ$ . There was no significant difference in preoperative ( $P = 0.197$ ) or postoperative ( $P = 0.654$ ) lordosis angles between the two groups. However, a significant difference was observed in the percentage change in lordosis angle between the two groups ( $P = 0.010$ ). The median percentage change in lordosis angle was 50.08% in the allograft impaction group and 26.42% in the PEEK cage group, indicating a significantly greater change in the allograft impaction group (Table 2).

## Discussion

This study compared the lordosis angle before and after surgery, showing that both Allograft Impaction and PEEK Cage methods improve the lordosis angle.

Significant efficacy of PEEK cages and bone allografts in correcting lordosis has been demonstrated, but limited studies have compared segmental lordosis correction in lumbosacral vertebrae between these two approaches. A study that investigated the use of PEEK cages along with vertebral autograft materials in posterior spinal fusion surgery indicated a significant increase in lumbar lordosis in all patients, with no significant postoperative complications<sup>(24)</sup>. In a study by Martin et al., lordosis correction before and 6 weeks after surgery was evaluated. The average lordosis correction was 2.5 degrees, with the study indicating that patients who had more kyphotic disc spaces preoperatively on CT scans had a greater chance of lordosis correction<sup>(25)</sup>. Unlike this study, the lordosis correction in the current study was greater, potentially due to differences in vertebral number and the extent of spinal changes, which can impact the overall lordosis change range.

Cutler et al. compared the therapeutic effects of posterior lumbar interbody fusion using femoral cortical allograft or PEEK cages. Contrary to the current study, no significant difference in lordosis angle changes was observed between the two groups<sup>(26)</sup>.

**Table 1: Description and Comparison of Gender, Age, and Hospital Stay Duration Between the Two Groups**

Variable	Total Patients (n = 21)	Allograft Impaction (n = 10)	PEEK Cage (n = 11)	P-value
Gender#				
Male (%)	8 (38.1)	6 (60)	2 (18.2)	0.080
Female (%)	13 (61.9)	4 (40)	9 (81.8)	
Age (years)*	56 (45–69.5)	51 (31.5–70.75)	59 (48–64)	0.426
Hospital stay (days)*	6 (5–7.5)	6.5 (4–9)	6 (6–7)	0.705

#: Frequency (percentage), \*: Median (interquartile range).

**Table 2: Description and Comparison of Pain Intensity and Lordosis Angle Between the Two Groups**

Variable	Total Patients (n = 21)	Allograft Impaction (n = 10)	PEEK Cage (n = 11)	P-value
Postoperative Pain Intensity*	3 (4–5)	4 (3.5–5)	4 (3–5)	0.973
Lordosis Angle (degrees)*				
Before Surgery	32 (15.6–35.5)	35.25 (9.53–33.95)	32 (23.1–40.2)	0.197
After Surgery	43 (25.65–48.2)	42.7 (23.8–46.7)	41.8 (24.9–48.5)	0.654
Percentage Change in Lordosis Angle*	—	33.04 (21.99–74.13)	50.08 (32.25–130.38)	0.010

\*: Median (interquartile range).

Recent advancements have shown that polyether ether ketone (PEEK) is increasingly used in spinal fusion procedures<sup>(9)</sup>. PEEK cages offer several advantages, including biocompatibility, radiological transparency, optimal elasticity, and ease of preparation and storage<sup>(13–15)</sup>. However, their use is limited due to their bioinert nature, which may restrict osseointegration and potentially impact fusion outcomes<sup>(16)</sup>.

Structural allografts, including cortical allografts, composite or corticocancellous grafts, and dense cancellous grafts, serve as effective substitutes for bone fusion<sup>(17,18)</sup>. However, their primary drawbacks are immunogenicity and the risk of disease transmission<sup>(19)</sup>.

Both bone allografts and PEEK cages have unique advantages and disadvantages, guiding clinicians in selecting treatment approaches. However, it remains unclear whether one implant offers superior clinical outcomes over the other. Given the limited evidence supporting the advantages of PEEK cages, and the fact that most previous studies have focused on their use in cervical discectomy surgeries<sup>(20–23)</sup>, the present study aims to compare the extent of lumbar lordosis correction in posterior spinal fusion surgery with posterior lumbar interbody fusion using PEEK cages and allograft impaction.

## Materials & Methods

This study was a randomized clinical trial conducted in 2022 on patients who were candidates for discectomy and posterior spinal fusion surgeries in the neurosurgery department of Firouzgar Hospital. Ethical approval was obtained with the code IR.IUMS.FMD.REC.1401.354. The study adhered to the principles of the Helsinki Declaration and the Nuremberg Code. Patients signed an informed consent form prior to participation.

Patients aged 18–80 years who were candidates for posterior lumbar interbody fusion (PLIF) in the lumbosacral region due to degenerative spinal diseases were included. Exclusion criteria comprised patients requiring posterior fusion for other reasons such as tumors or malignancies, active spondylodiscitis or deformities, previous lumbosacral surgeries, fixed spinal ankylosis requiring anterior column osteotomy, and other conditions outside the study's scope.

Degenerative spinal diseases were diagnosed through medical history, clinical examination, and

imaging (MRI or CT scans). Symptoms included back pain, reduced mobility, numbness, and leg weakness. Patient data were retrieved from the hospital's PACS software pre- and postoperatively. Patients were randomly assigned to two groups: Group 1 underwent PLIF using PEEK cages (11 patients), and Group 2 underwent PLIF using allograft impaction (10 patients).

The PEEK cages, supplied by Asveh company, were PLIF models with zero lordotic angle, available in nine sizes. The specific size was determined by the surgeon based on preoperative imaging. For the allograft impaction group, matchstick cancellous blocks ("matchsticks") from the Kish Tissue Regeneration Company were used. At least five grafts were impacted to fill the anterior half of the interbody disc space.

The surgical level was L4-L5 for all patients. All surgeries were performed at Firouzgar Hospital by two surgeons using a standardized PLIF technique combined with posterior spinal fusion (PSF) to achieve maximum lordosis. Interbody fusion in both techniques was performed in the anterior half of the vertebral body using PEEK cages or allografts.

For both groups, the extent of lordosis correction was assessed preoperatively and on the first postoperative day using standing radiographs. Segmental Cobb's angle was calculated by a trained neurosurgery resident, measuring the angle between the superior endplate of L4 and the superior endplate of S1. Additionally, patients in both groups were evaluated for pain severity using the Visual Analog Scale (VAS) and postoperative complications two weeks after surgery.

Data analysis was conducted using SPSS version 25. Descriptive statistics were reported as mean  $\pm$  standard deviation, median (interquartile range), and frequency (percentage). Changes in lordosis angle were calculated as the percentage difference before and after surgery. Comparisons between the two surgical methods were made using the Mann-Whitney U test. A significance level of  $P < 0.05$  was considered statistically significant.

## Results

In this study, 21 patients were evaluated, with a median age of 56 years. Among the patients, 38.1% were male, and the remaining were female. The median hospital stay was 6 days. No significant differences were observed between the allograft

## Comparison of correction of lumbar lordosis in posterior spinal fusion combined with two methods of posterior lumbar interbody fusion

### Abstract

**Introduction:** Loss of lordosis is a significant factor in spinal degeneration. Various treatment methods exist for correcting segmental lordosis in the lumbosacral vertebrae. This study compares the extent of lumbar lordosis correction in patients undergoing posterior lumbar interbody fusion surgery using a PEEK cage versus allograft impaction.

**Materials & Methods:** This clinical trial evaluated lumbar lordosis correction following posterior lumbar interbody fusion within one year in a teaching hospital were studied. A total of 21 patients were randomly divided into two groups: allograft impaction treatment (10 patients) and PEEK cage treatment (11 patients). Lumbar lordosis correction was assessed radiographically before and the day after surgery, along with pain intensity and postoperative complications two weeks after surgery. Data were analyzed using SPSS software version 25.

**Results & Discussion:** The 21 patients had median age of was 56 years, and 38.1% were male. Results showed that lumbar lordosis significantly improved post-surgery in both the allograft impaction ( $P < 0.001$ ) and PEEK cage ( $P < 0.0001$ ) treatment groups compared to pre-surgery. The percentage change in lordosis angle was significantly greater in allograft impaction than the PEEK cage group ( $P = 0.01$ ). There was no significant difference in postoperative pain intensity between the two methods. No severe postoperative complication was reported in either group.

**Conclusion:** Allograft impaction provides superior lumbar lordosis correction compared to the use of a PEEK cage in patients undergoing posterior lumbar interbody fusion surgery.

**Keywords:** Allograft, Lumbar Vertebrae, Lordosis, Spinal Fusion, Surgical Techniques.

**Accepted:** 35 days before printing

Dr. Mohammad Javad Bahram Beigi<sup>1</sup>, Dr. Reza Mollahosseini<sup>1</sup>, Dr. Navid Golchin<sup>1</sup>

1. Department of Neurosurgery, Firoozgar Teaching Hospital, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

### Introduction

Lumbar discectomy surgery is among the most common procedures in neurosurgery, and in many cases, lumbar fusion becomes necessary due to the involvement of multiple levels<sup>(1)</sup>. Common surgical techniques include posterior spinal fusion and transforaminal approaches<sup>(2)</sup>. Restoring sagittal spinal alignment in the lumbar spine can significantly impact clinical outcomes following surgical treatment for degenerative spinal diseases<sup>(3)</sup>. Numerous studies suggest that restoring the spinal angle leads to better clinical results and helps prevent adjacent segment disease following spinal fusion<sup>(4,5)</sup>. On the other hand, postoperative spinal misalignment, defined as a mismatch between pelvic incidence and lumbar lordosis exceeding 10 degrees, is associated with higher reoperation rates and reduced quality of life<sup>(6,7)</sup>. Thus, restoring lumbar spinal alignment is considered a key surgical objective in fusion procedures. Balancing pelvic incidence and lumbar lordosis can be achieved by enhancing the lordosis of the treated segment through fusion<sup>(8)</sup>. Interbody spacers have revolutionized lumbar spine surgery by adjusting disc height, enhancing stability, and promoting fusion<sup>(9)</sup>. While iliac crest bone graft (AIC) is regarded as the gold standard, harvesting grafts from this site is associated with complications such as infection, hematoma/seroma, fractures, neurovascular injuries, chronic donor site pain, hernia, unsightly scars, and poor cosmetic outcomes<sup>(10,11)</sup>.

Allografts and PEEK cages are popular alternatives to autografts<sup>(12)</sup>, with reports indicating their use in 92% of these surgeries<sup>(1)</sup>.

**Corresponding Author:**  
Dr. Reza Mollahosseini  
Email address:  
rezamollahosseini49@gmail.com

- 20 Parratte S, Blanc G, Boussemart T, Ollivier M, Le Corroller T, Argenson JN. Rotation in total knee arthroplasty: no difference between patient-specific and conventional instrumentation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013;21(10):2213-9. doi: 10.1007/s00167-013-2623-8.
- 21 Aunan E, Østergaard D, Meland A, Dalheim K, Sandvik L. A simple method for accurate rotational positioning of the femoral component in total knee arthroplasty A prospective study on 80 knees with 3 years' follow-up with CT scans and functional outcome. *Acta Orthop* 2017;88(6):657-663. doi: 10.1080/17453674.2017.1362733.
- 22 Indelli PF, Graceffa A, Baldini A, Payne B, Pipino G, Marcucci M. Relationship between tibial baseplate design and rotational alignment landmarks in primary total knee arthroplasty. *Arthritis* 2015;2015:189-294. doi: 10.1155/2015/189294.
- 23 Akagi M, Oh M, Nonaka T, Tsujimoto H, Asano T, Hamanishi C. An anteroposterior axis of the tibia for total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 2004;420:213-219. doi: 10.1097/00003086-200403000-00030.
- 24 Kataoka T, Iizawa N, Oshima Y, Majima T. Difference in Rotational Alignment of the Tibial Component, as Determined by the Range-of-Motion Technique and Akagi's Line, is Influenced by Tibial Varus Deformity: A Cross-Sectional Study. *J Nippon Med Sch* 2024;91(5):480-487. doi: 10.1272/jnms.JNMS.2024\_91-513.
- 25 Popescu R, Haritini EG, Cristea S. Methods of intra- and post-operative determination of the position of the tibial component during total knee replacement. *Int Orthop* 2020;44(1):119-128. doi: 10.1007/s00264-019-04424-9.
- 26 Osano K, Nagamine R, Todo M, Kawasaki M. The effect of malrotation of tibial component of total knee arthroplasty on tibial insert during high flexion using a finite element analysis. *Sci World J* 2014;2014:695028. doi: 10.1155/2014/695028.
- 27 de Valk EJ, Noorduyn JCA, Mutsaerts ELAR. How to assess femoral and tibial component rotation after total knee arthroplasty with computed tomography: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2016;24(11):3517-3528. doi: 10.1007/s00167-016-4325-5.
- 28 Heyse TJ, Tibesku CO. Improved tibial component rotation in TKA using patient-specific instrumentation. *Arch Orthop Trauma Surg* 2015;135:697-701. doi: 10.1016/j.knee.2012.10.009.
- 29 Berger RA, Crossett LS, Jacobs JJ, Rubash HE. Malrotation causing patellofemoral complications after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 1998;356:144-153. doi: 10.1097/00003086-199811000-00021.
- 30 Hernández-Hermoso JA, Nescolarde L, Yañez-Siller F, Calle-García J, García-Perdomo D, Pérez-Andres R. Combined femoral and tibial component total knee arthroplasty device rotation measurement is reliable and predicts clinical outcome. *J Orthop Traumatol.* 2023;24(40):1-12. doi: 10.1186/s10195-023-00718-2.
- 31 Berhouet J, Beaufils P, Boisrenoult P, Frasca D, Pujol D. Rotational positioning of the tibial tray in total knee arthroplasty: A CT evaluation. *Orthop Traumatol Surg Res* 2011;97:699-704. doi: 10.1016/j.otsr.2011.05.006.
- 32 Nicoll D, Rowley DI. Internal rotational error of the tibial component is a major cause of pain after total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br* 2010;92B(9):1238-1244. doi: 10.1302/0301-620X.92B9.23516.
- 33 Kawaguchi K, Inui H, Taketomi S, Yamagami R, Kono K, Sameshima S, Kage T, Tanaka S. Preoperative tibiofemoral rotational alignment is a risk factor for component rotational mismatch in total knee arthroplasty. *Knee* 2021;29:448-456. doi: 10.1016/j.knee.2021.02.028.
- 34 Harman MK, Banks SA, Kirschner S, Lützner J. Prosthesis alignment affects axial rotation motion after total knee replacement: a prospective in vivo study combining computed tomography and fluoroscopic evaluations. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2012;13(8):1-6. doi: 10.1186/1471-2474-13-206.
- 35 Lützner J, Kirschner S, Günther K-P, Harman MK. Patients with no functional improvement after total knee arthroplasty show different kinematics. *Int Orthop* 2012;36:1841-1847. doi: 10.1007/s00264-012-1584-8.
- 36 Gibon E, Goodman MJ, Goodman SB. Patient satisfaction after total knee arthroplasty a realistic or imaginary goal? *Orthop Clin N Am* 2017;48(4):421-431. doi: 10.1016/j.ocl.2017.06.001.

- The rate of patient satisfaction largely depends on the surgeon and can be raised with more care and research.
- Among the patient factors, the patient expectation seems more important than the others. Unreasonable expectations can negatively affect the patient satisfaction.
- Preoperative informing of the patients about the surgical goals and outcomes play an important role in prevention of postoperative patient dissatisfaction.
- It is necessary to perform TKA before destruction of the anatomic landmarks due to the progression of osteoarthritis.

The main limitation of the current study was that the patient motivation for TKA was not investigated. Furthermore, there is still no completely valid and reliable instrument to investigate the patient satisfaction after the surgery. Although the scales used in the current study are prevalent, however they bear their own flaws.

## Conclusion

Axial malrotation was found in a considerable percentage of tibial components. It seems that rotational mismatch  $>10^\circ$  may lead to the impaired functional outcomes and decreased patient satisfaction. However, rotational mismatch up to 10 degrees is acceptable.

## References

- 1 Bourne RB, Chesworth BM, Davis AM, Mahomed NN, Charron KD. Patient satisfaction after total knee arthroplasty: who is satisfied and who is not? *Clin Orthop Relat Res* 2010;468(1):57–63. doi: 10.1007/s11999-009-1119-9.
- 2 Lotke PA, Ecker ML. Influence of positioning of prosthesis in total knee replacement. *J Bone Joint Surg Am* 1977;59(1):77–79.
- 3 Gromov K, Korchi M, Thomsen MG, Husted H, Troelsen A. What is the optimal alignment of the tibial and femoral components in knee arthroplasty? An overview of the literature. *Acta Orthopaedica* 2014; 85(5):480–487. doi: 10.3109/17453674.2014.940573.
- 4 Innocenti M, Secci G, Zanna L, Sani G, Stimolo D, Matassi F, Carulli C, Civinini R. Following the anatomy of the proximal tibia with a standard anatomic technique and the use of an asymmetrical tibial base plate can lead to a mismatched internal components' rotation in mechanically aligned total knee arthroplasty. *Arthroplast Today* 2024;28:101464. doi: 10.1016/j.artd.2024.101464.
- 5 Baldini A, Indelli PF, De luca L, Mariani PC, Marcucci M. Rotational alignment of the tibial component in total knee arthroplasty: the anterior tibial cortex is a reliable landmark. *Joints* 2013; 1(4):155-160. doi: 10.11138/jts/2013.1.4.1455.
- 6 Abdelnasser MK, Adi MM, Elnaggar AA, Tarabichi S. Internal rotation of the tibial component in total knee arthroplasty can lead to extension deficit. *Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc* 2019; 28:639-647. doi: 10.1007/s00167-019-05695-w.
- 7 Valkering KP, Breugem SJ, van den Bekerom MPJ, Tuinebreijer WE, van Geenen RCI. Effect of rotational alignment on outcome of total knee arthroplasty; A systematic review of the literature and correlation analysis. *Acta Orthopaedica* 2015;86(4):432-439. doi: 10.3109/17453674.2015.1022438
- 8 Kim Y-H, Park J-W, Kim J-S, Park S-D. The relationship between the survival of total knee arthroplasty and postoperative coronal, sagittal and rotational alignment of knee prosthesis. *Int Orthop* 2014;38:379-385. doi: 10.1007/s00264-013-2097-9.
- 9 Abdelnasser MK, Elsherif ME, Bakr H, Mahran M, Othman MHM, Khalifa Y. All types of component malrotation affect the early patient-reported outcome measures after total knee arthroplasty. *Knee Surg Relat Res* 2019;31:5. doi: 10.1186/s43019-019-0006-2.
- 10 Victor J, Dujardin J, Vandenneucker H, Arnout N, Bellemans J. Patient-specific guides do not improve accuracy in total knee arthroplasty; a prospective randomized controlled trial. *Clin Orthop Relat Res* 2014;472:263–271. doi: 10.1007/s11999-013-2997-4.
- 11 Woolson ST, Harris AHS, Wagner DW, Giori NJ. Component alignment during total knee arthroplasty with use of standard or custom instrumentation. a randomized clinical trial using computed tomography for postoperative alignment measurement. *J Bone Joint Surg Am* 2014;96:366-72. doi: 10.2106/JBJS.L.01722.
- 12 Suda AJ, Seeger JB, Bitsch RG, Krueger M, Clarius M. Are Patients' Expectations of Hip and Knee Arthroplasty Fulfilled? A Prospective Study of 130 Patients. *Orthopedics* 2010;33(2):76-80. doi: 10.3928/01477447-20100104-07.
- 13 Hadi M, Barlow T, Ahmed I, Dunbar M, McCulloch P, Griffin D. Does malalignment affect patient reported outcomes following total knee arthroplasty: a systematic review of the literature. *Springer Plus* 2016;5:1201. doi: 10.1186/s40064-016-2790-4.
- 14 Denham RA, Bishop RE. Mechanics of the knee and problems in reconstructive surgery. *J Bone Joint Surg [Br]* 1978;60-B:345–352. doi: 10.1302/0301-620X.60B3.35258.
- 15 Salzmann M, Fennema P, Becker R, Hommel H. Does Postoperative Mechanical Axis Alignment Have an Effect on Clinical Outcome of Primary Total Knee Arthroplasty? A Retrospective Cohort Study. *Open Orthop J* 2017;11:1330-1336. doi: 10.2174/1874325001711011330.
- 16 Fang DM, Ritter MA, Davis KE. Coronal alignment in total knee arthroplasty: just how important is it? *J Arthroplast* 2009;24(6 Suppl):39–43. doi: 10.1016/j.arth.2009.04.034.
- 17 Kazemi SM, Shafaghi T, Minaei R, Osanloo R, Abrishamkarzadeh H, Safdari F. The Effect of Sagittal Femoral Bowing on the Femoral Component Position in Total Knee Arthroplasty. *Arch Bone Jt Surg* 2017;5(4):250–254.
- 18 Victor J. Optimising position and stability in total knee arthroplasty. *EFORT Open Rev* 2017;2(5):215–220. doi: 10.1302/2058-5241.2.170001.
- 19 Yau WP, Chiu KY, Tang WM. How precise is the determination of rotational alignment of the femoral prosthesis in total knee arthroplasty. An in vivo study. *J Arthroplasty* 2007;22(7):1042-1047. doi: 10.1016/j.arth.2006.12.043.

There was no preoperative evaluation performed to predict patient satisfaction. In addition, the patients were not asked about why they accepted to undergo TKA; pain intensity or disability<sup>(1)</sup>. At the last postoperative visit, the two questionnaires were completed by a neutral orthopedic researcher.

The data were analyzed in two manners. At first, data were compared between those with and without correct axial alignment (correct rotation of the femoral and tibial components, parallelism of the two components). Although, KOOS and VAS scores in the first group were better than the second one, but the difference was not statistically significant. This finding indicates that there may be other factors affecting the patient satisfaction, such as perioperative factors, patient-related factors and patient expectation.

In recent years, much attention has been paid to the parallelism between the rotational axis of the femoral and tibial components. Since, in the second analysis, the effects of rotational mismatch on KOOS and VAS scores were investigated. The scores were compared between the parallel, moderate mismatch and severe mismatch groups after exclusion of patients with internally rotated components. The average KOOS score in the severe mismatch group was significantly lower than the other two groups. Furthermore, comparison of VAS scores (patient satisfaction) obtained similar results. The VAS score was significantly lower in the severe mismatch group indicating that a considerable rotational mismatch can decrease the patient satisfaction. However, there was no statistically significant difference between the other two groups in terms of KOOS and VAS scores. This finding shows that rotational mismatch can influence TKA results, only when it is  $>10^\circ$ .

In previous studies, with different definitions and methods of measuring the rotation, the frequency of rotational mismatch has been reported up to about 38%<sup>(32)</sup>. Recently, Kawaguchi et al found that the mean rotational mismatch between components was  $1.8^\circ$  of internal rotation of the tibial component relative to the femoral component (range:  $11.3^\circ$  of internal rotation to  $7.3^\circ$  of external rotation)<sup>(33)</sup>. In 2012, Harman et al. showed that  $0-5^\circ$  of rotational mismatch in any direction had no effect on knee function, while values outside this range could seriously affect knee kinematics<sup>(34)</sup>. Like to the current study, Lutzner et al. showed that rotational mismatch above  $10^\circ$  could adversely affect knee kinematics and clinical outcomes<sup>(35)</sup>. Nicoll and

Rowley reported that a mismatch  $>11^\circ$  may result in a painful TKA<sup>(32)</sup>. Hernandez-Hermoso et al demonstrated that the presence of minimal rotation between the two components, small femoral component external rotation and small tibial internal rotation predicts a successful TKA<sup>(30)</sup>. However, the knowledge about the effects of rotational mismatch on the results of TKA is still limited and more studies should be conducted.

When the data of the current research was completed at 2017, the authors decided to use the rotational mismatch above  $10^\circ$  as a cut-off point for revision surgery, but for some reasons, they were not able to publish their results. However, to date there is no consensus about the amount of mismatch necessitating the revision surgery.

There may be several factors other than prosthetic and limb alignment affecting the patient satisfaction after TKA. Several perioperative factors and patient factors, specially the patient's expectations, may contribute to the final outcomes. However, many of the patient factors such as age, BMI, personality, gender and severity of the OA are not in the surgeon's authority, while the patient insight to the surgery and his/her expectations of the surgical outcomes can be manipulated and guided in the right direction before the operation. There are some reports indicating the importance of patient expectation as the main factor affecting the postoperative patient satisfaction<sup>(4,36)</sup>.

However, the current study showed that one of the perioperative factors which may negatively affect the patient satisfaction is the mismatch  $>10^\circ$  while mismatch up to  $10^\circ$  may not be important. These values of mismatch may necessitate early revision surgery if their adverse effects are exacerbated by other adverse factors. Accordingly, although it is necessary to improve the surgical techniques and perioperative setting and respect the surgical indications, but preoperative talking to the patient about the goals of the surgery and the amount of improvement which may be achieved is crucial to bring his/her expectations closer to reality.

Finally, the following points should be considered as the key points of the discussion:

- TKA is a major orthopedic surgery with good outcomes and high patient satisfaction which can be improved.
- Surgeons are more satisfied than patients in TKA surgery.

Berhouet et al (2011) <sup>(27)</sup>	To measure the tibial baseplate positioning in the transverse plane with respect to the femoral component	- 50 varus knees (7.8° varus deformity) - 44 valgus knees (8.7° valgus deformity)	self-positioning technique	1) The angle between aTEA and the posterior marginal axis of the tibial prosthesis; 2) The angle between the posterior marginal axis of the tibial prosthesis and the posterior marginal axis of the tibial bone	-	Genu varum group: 1) 1.9° int.rot relative to aTEA; 2) 6.1° ext.rot relative to the native tibia Genu valgum group: 1) 3° int.rot relative to aTEA; 2) 12.5° ext.rot relative to the native tibia	-
Paratte et al (2013) <sup>(19)</sup>	Comparing the rotation between CVI and PSI	20 patients in each group	the anterior tibial tuberosity and according to best fitting with the anterior cortex	-	-	PSI: 75% in Int. Rot CVI: 95% in Int. Rot Total: 85% in Int. Rot	In others the tibial component was placed in 0-15° of Ext. Rot.
Heyse and Tibesku (2015) <sup>(25)</sup>	Investigating the effects of using PSI in positioning of tibial components in optimal rotational alignment	PSI group: 30 patients CVI group: 28 patients	-	The angle of three lines with a tangent to the tibial keel was used: 1. A tangent to the dorsal tibial condyles; 2. The tibial TEA; 3. The tibial tubercle	> 9° ext.rot or > 1° int.rot	Method 1: - CVI group: 28.6% in Ext. Rot and 5.4% in Int. Rot - PSI group: 6.7% in Ext. Rot Method 2: - CVI group: 21.4% in Ext. Rot and 4.4% in Int. Rot - PSI group: 6.7% in Ext. Rot Method 3 showed poor reproducibility.	-
The current study	Evaluating the relation between axial alignment of the components and the outcomes of TKA	89 patients	Self-range of motion technique while considering anatomic landmarks and curve-on-curve technique	Akagi's line	- Deviation >3° of Ext. Rot - Any degree of internal rotation	32.6%	-

also difficult to find and is mostly used when symmetric components are inserted. This line is often obscured in advanced osteoarthritis due to the formation of numerous osteophytes and a deformed plateau of the tibia.

All intraoperative methods are based on the creation of conformity in sagittal plane between the tibial and femoral components. The results depend on the accurate positioning of the femoral component<sup>(5)</sup>. Furthermore, it is possible that some unknown factors such as the tension of the soft tissues affect the alignment of the tibial component in addition to the femoral component. Dynamic methods are more suitable for knees with low deformity and PS prostheses. Recently, Innocenti et al described a technique using a smart insert sensor for rotational placement of the tibial component reciprocally to a fixed femoral component rotation. The authors demonstrated that this technique reduced the rate of rotational outliers<sup>(4)</sup>. In the current study, any of the possible methods or a combination of them were used.

Several methods had been introduced for measurement of the tibial component rotation including measurement of the angle between the femoral TEA and the mediolateral axis of the tibial baseplate, the angle between the tibial TEA and the line tangent to the tibial keels, Burger method and the anteroposterior axis (Akagi's line to the posterior border of the tibial component)<sup>(9,23,26-30)</sup>. However, in the current study, the last one was utilized.

Currently, there is no method known as the gold standard for measuring the rotation of the tibial component which is more important in a painful TKA revision surgery.

The outlier of the tibial component was 32.6%. In five patients, the tibial component was internally rotated (5.6%). In the previous studies utilizing different methods for implantation of the tibial component and measurement of its rotational alignment has been reported between 5.4% and 95% (Table 3)<sup>(9,20,22,28,31)</sup>.

**Table 3: Summary of some of the previous studies in which the rate of tibial component outlier in axial plane was investigated.**

Author (year)	The Main Purpose	No. patients	Method of component placement	Method of TCR measurement	Definition of outlier	Percentage of outlier or mean of axial rotation	Comments
Abdelnasser et al (2019) <sup>(9)</sup>	To determine if there is correlation between primary TKA malalignment and early patient-reported outcome measures	60 patients	-	Berger's protocol; The angle between the tibial tuberosity axis and the tibial component axis	The angle out of 18° of Int. Rot.	- Normal Rot: 28 (46.6%) - Int. Rot outliers: 22 (36.6%) - Ext. Rot outliers: 10 (16.8%)	-
Indelli et al (2015) <sup>(21)</sup>	The effects of modern tibial baseplate designs on rotational alignment of the tibial component was investigated	Group 1: 40 patients with a PS symmetric tibial baseplate Group 2: 40 patients with a PS anatomical tibial component	anterior tibial cortex	sTEA	-	Symmetric: 1.3° of ext.rot 91% placed in 0±3° internally rotated in 20% Anatomical: 4.1° of ext.rot 47.5% placed 0 ± 3° externally rotated in 100%	-

Victor et al (2014) <sup>(17)</sup>	Comparing the component alignment and overall coronal mechanical alignment between PSI and CVI	64 patients in each group	FCR was set parallel to sTEA.	The angle between the sTEA and the tangent to the PCA on CT.	More than 3° from the target in any plane	PSI: 23% CVI: 17.2% Total: 20.3%	-
Woolson et al (2014) <sup>(18)</sup>	Comparing the postoperative component alignment in a RCT between PSI and CVI	PSI: 22 knees CVI: 26 knees	CVI: a plane parallel to the posterior femoral condyles or to TEA on CT. PSI: N. E.	TEA	More than 3° from the correct orientation in each direction	PSI: 27% (6/22) CVI: 46% (12/26) Total: 37.5% (18/48)	-
Paratte et al (2013) <sup>(19)</sup>	Comparing the rotation between CVI and PSI	20 patients in each group	TEA	-	-	PSI: 20% in Int. Rot. CVI: 35% in Int. Rot. Total: 17.5% in Int. Rot.	In other patients the femoral component was placed in 0 to 3 degrees of external rotation.
Aunan et al (2017) <sup>(20)</sup>	Evaluating the accuracy and variability of the clinical rotational axis method	80 knees	Clinical rotational axis method	The FCR was compared with the sTEA on CT	-	Int. Rot. in 36%.	Deviation > 1° was found in more than half of the patients.
The current study	Evaluating the relation between axial alignment of the components and the outcomes of TKA	89 patients	Different methods including the gap technique, measured resection technique	The angle between PCL of the femoral component and cTEA on CT	- Deviation > 3° of Ext. Rot - Any degree of internal rotation	19.1%	-
RCT: randomized clinical trial; PSI: patient specific instrumentation; CVI: conventional instrumentation; TEA: transepicondylar axis; sTEA: surgical transepicondylar axis, cTEA: clinical transepicondylar axis; PCL: posterior condylar line; PCCPTC technique: the posterior-condylar-cut-parallel-to-the-tibial-cut technique; N.E.: not explained							

Positioning the tibial component is more complicated. Anatomic landmarks and intraoperative techniques had been proposed. Among the anatomic landmarks, the tibial tubercle (medial edge or medial one-third), Akagi's line (medial tibial tubercle to the middle of the posterior cruciate ligament insertion), the mediolateral transverse axis (the most prominent point of the medial arch to the most prominent point of the lateral arch) and the anterior tibial border

(ATB) are more prevalent<sup>(5,22-24)</sup>. Although it remains controversial, however, Popescu et al demonstrated that Akagi's line and anterior tibial cortex are the most accurate and reliable anatomical landmarks<sup>(25)</sup>. The problem while the anatomic landmarks are used is the variability of the tibial tubercle location in knee deformities. Also, the level of bone cut during the operation may change the desired points. ATB seems to be more reliable than others. However, this line is

component was not placed in excessive flexion (>3°). The tibial component had a suitable slope considering the type of prosthesis implanted.

Several landmarks and techniques introduced for femoral component placement in axial plane. Unfortunately, the problem of malrotation persists despite the introduction of new techniques such as patient-specific instrumentation (PSI) and computer-assisted surgery. Victor has compared the component positioning and knee stability between the measured resection technique (anatomical landmarks) and gap technique. The author points to the changing anatomic landmarks with the progression of OA and the effects of femoral condyle hypoplasia on the placement of the femoral component and recommended using both techniques and some key points included maintaining

the medial joint line, avoiding the overcorrection of existing deformity and oversizing and more precise measurement<sup>(18)</sup>. In the current study, the gap technique, measured resection technique and other landmarks were considered depending on the patient. A common method for measuring femoral component rotation is to measure the angle between the component PCL and TEA, which was used in the current study. It was tried to fix the femoral component in 3° of external rotation but 0-6° external rotation was acceptable. The femoral component axial alignment was acceptable in 80.9% and the outlier rate was 19.1%. It should be noted that only in 2 patients (2.2%), the femoral component was internally rotated. Table 2 compares the rate of femoral component outlier between the current study and some of the previous studies<sup>(9-11,19-21)</sup>.

**Table 2: Summary of some of the previous studies in which the rate of femoral component outlier in axial plane was investigated.**

Author (year)	The Main Purpose	No. patients	Method of axial placement of the femoral component	Method of FCR measurement	Definition of outlier	Percentage of outlier or mean of axial rotation	Comments
Abdelnasser et al (2019) <sup>(9)</sup>	To determine if there is correlation between primary TKA malalignment and early patient-reported outcome measures	60 patients	-	The angle between sTEA and PCL of the femoral component (posterior condylar angle)	Neutral rotation of the femoral component was defined as 0.3° to 3.5° Int. Rot. in relation to the sTEA. Posterior condylar angle outside this range was defined as outlier.	neutral: 16 (26.7%) Int. outliers: 16 (26.7%) Ext. outliers: 28 (46.6%)	-
Yau et al (2007) <sup>(16)</sup>	Comparing the precision of TEA, Ext. Rot from PCL, Whiteside line and gap technique	25 TKAs using computer navigation System	TEA, Ext. Rot from PCL, Whiteside line and gap technique	-	An error of >5° from neutral alignment	TEA: 56% PCL: 72% WSL: 60% GAP method: 20%	The outcomes was derived based on navigation system.

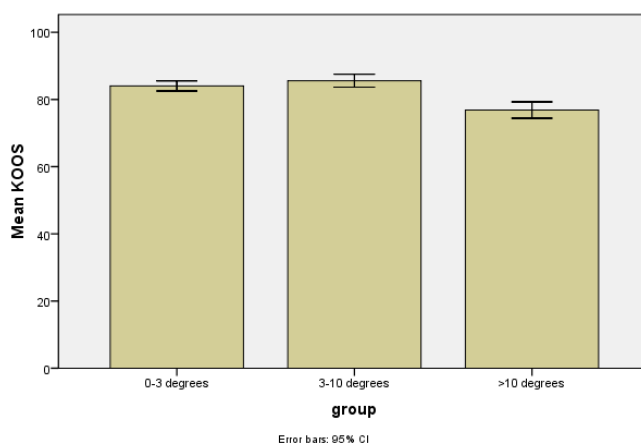


Figure 5: Comparing the KOOS scales between the patients with different degrees of axial mismatch between the two components ( $p < 0.001$ ).

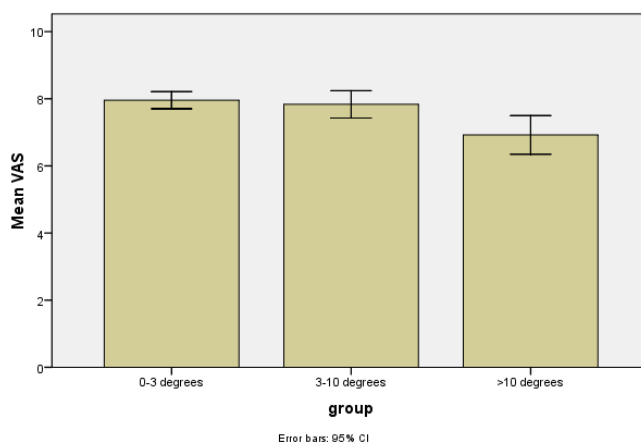


Figure 6: Comparing patient satisfaction (VAS) between the patients with different degrees of axial mismatch between the two components ( $p < 0.001$ ).

## Discussion

In recent decades, the attitude to the proper prosthetic knee joint have changed dramatically. Lotke and Ecker, in 1977, concluded that optimal results were obtained when the limb was at  $3^{\circ}$ - $7^{\circ}$  valgus after TKA<sup>(2)</sup>. In 1978, Denham and Bishop reported that the weight-bearing line should pass through the center of the tibia, the femoral component should be placed at  $7^{\circ} \pm 4^{\circ}$  of the valgus relative to the femoral anatomical axis and the tibial component at  $90^{\circ} \pm 4^{\circ}$ <sup>(14)</sup>.

After that, neutral alignment was challenged. In a retrospective cohort, Salzman et al., in 2017, showed that  $3$ - $6^{\circ}$  of residual varus had no negative

effect on TKA outcomes in individuals with varus OA<sup>(15)</sup>.

There is ample evidence that the varus component position causes a reduction in the survival rate<sup>(2,8)</sup>. Fang et al. are proponents of valgus alignment in the range of  $3.5^{\circ}$ - $7.5^{\circ}$ <sup>(16)</sup>. But limb residual valgus may increase the revision rate by increasing MCL laxity<sup>(16)</sup>. Anyway, the components should be parallel to the horizontal line in the coronal plane and perpendicular to the mechanical axis of the limb, even in the kinematic alignment. The neutral coronal alignment was considered as a prerequisite for enrollment in the current study resulted to exclusion of about 19% of the patients.

The normal sagittal alignment was found in all of our patients. None had femoral bowing and consequent flexion contracture<sup>(17)</sup>. Moreover, the femoral

**Statistics**

Data analysis was performed using SPSS statistical software ver.15.0. Intra- and inter-observer reliability was measured using Kapa coefficient. Independent-samples t-test was utilized to compare KOOS scales between the patients with and without correct axial alignment. KOOS scales were compared between the three mismatch groups using One-way ANOVA. VAS scores was compared using Mann-Whitney U test. Chi-square test was used to compare the nominal variables. P < 0.05 was significant.

**Results**

Table 1 summarizes the characteristics of the patients. Based on the CT measurements, 72/89 (80.9%) of femoral and 60/89 (67.4%) of tibial components were placed in the correct axial position. The incidence of femoral and tibial outliers was 19.1% and 32.6%. In 48/89 patients (53.9%), both of the components were placed in the correct position. In seven patients, the components were internally rotated (2 femoral components and 5 tibial components) which were excluded.

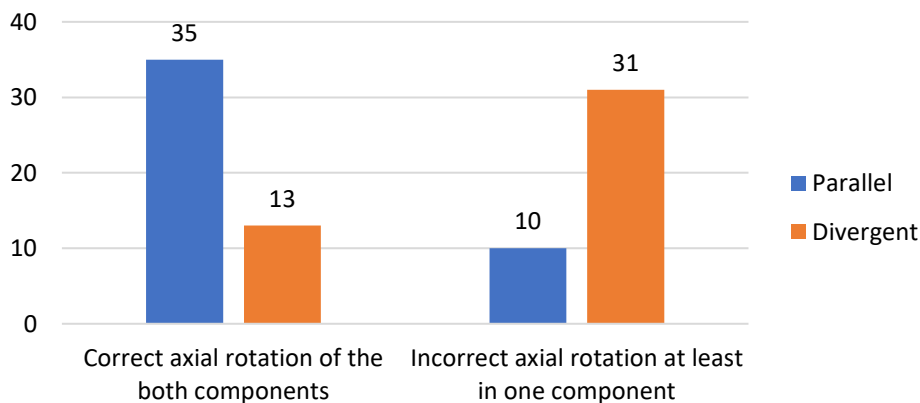
Table 1: The characteristics of the patients		
No. patients		89
Age (y)		68.8 ± 6.3
Gender	Male	26 (29.2%)
	Female	63 (70.8%)
Body Mass Index (Kg/m <sup>2</sup> )		29.4 ± 4.1

Figure 4 shows the incidence of parallel axial axes of the components among those patients with (48 patients) and without (41 patients) correct axial

positioning of the both components. Parallelism was significantly higher when both components were in the correct position (72.9% Vs 24.4%, p<0.001). As is shown, the correct axial alignment was found in 35/89 patients (39.3%).

The KOOS scores were compared between 35 patients with and 47 patients without correct axial alignment. Although KOOS scores were higher in patients with correct alignment, the difference was not statistically significant (84.5±4.6 Vs 82.4±6, p=0.088). The same results were found when the VAS scores were compared (8±0.8 vs 7.6±1; p=0.068).

The mismatch angle ranged from 0-18°. There were 45/89 patients (50.6%), 29/89 (32.6%) patients and 15/89 patients (16.8%) in parallel, moderate mismatch and severe mismatch groups, respectively. After exclusion of patients with internally rotated components, KOOS scores were compared between the three groups as follows: parallel group (45 patients), moderate mismatch group (24 patients) and severe mismatch group (13 patients). The average KOOS was significantly lower in severe mismatch group (76.8±3.9) compared to the parallel group (84±5) and moderate mismatch group (85.6±4.5) (p<0.001). However, there was no significant difference between the patients in parallel group and moderate mismatch group (p=0.396) (Figure 5). Similar findings were achieved in term of patient satisfaction (VAS). The VAS score was significantly lower in the patients with severe mismatch group (6.9±0.9) compared to those without mismatch (7.9±0.8; p<0.001) and those with moderate mismatch (7.8±1; p=0.01). The VAS scores were the same in the latter two groups (p=0.703) (Figure 6).



**Figure 4: The frequency of the parallel axial planes in patients with the correct axial rotation of both components and those with incorrect axial rotation at least in one component.**

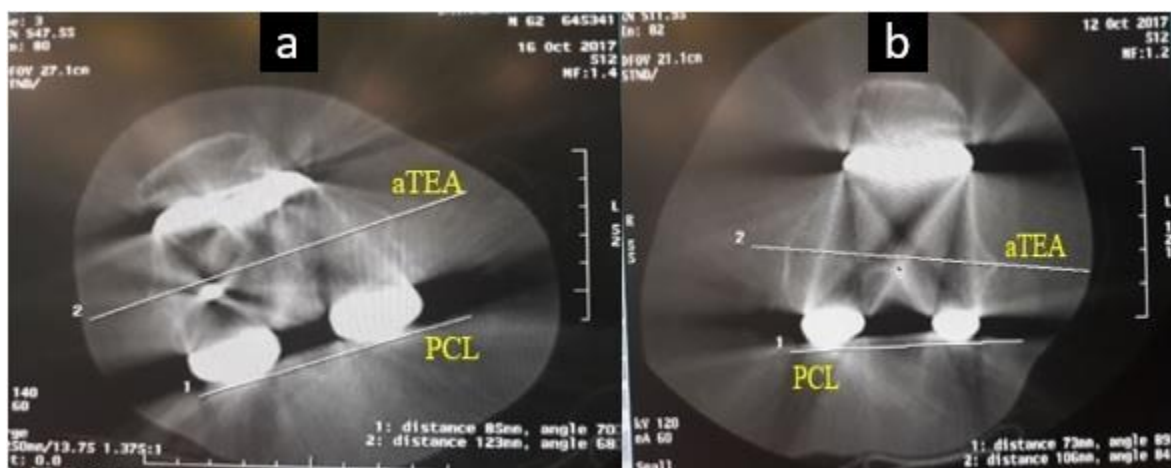


Figure 1: a) Correct rotational alignment of the femoral component: parallel posterior condylar line (PCL) and anatomical transepicondyle axis (aTEA). b) Incorrect rotational alignment of the femoral component: divergent PCL and aTEA.

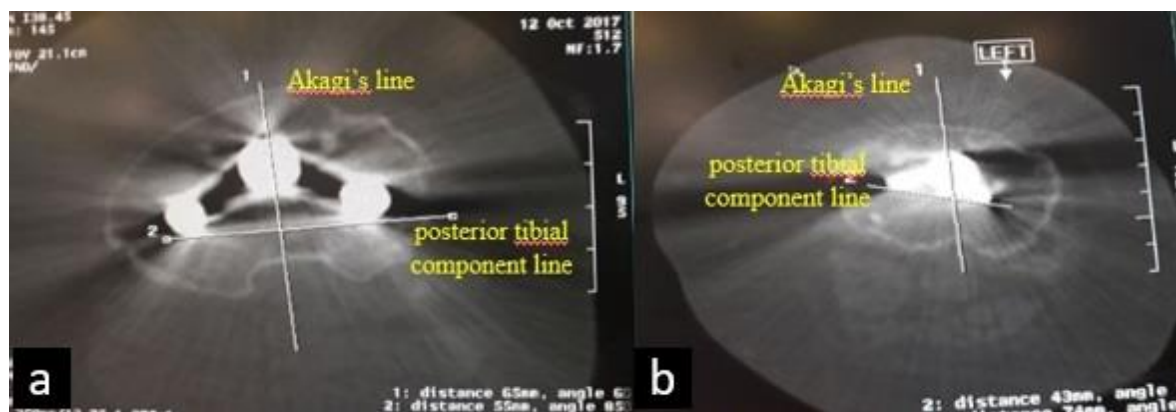


Figure 2: a) Correct rotational alignment of the tibial component: Akagi's line is perpendicular to the posterior tibial component line (PTCL). b) The angle between Akagi's line and the PTCL is less than 90 degrees.

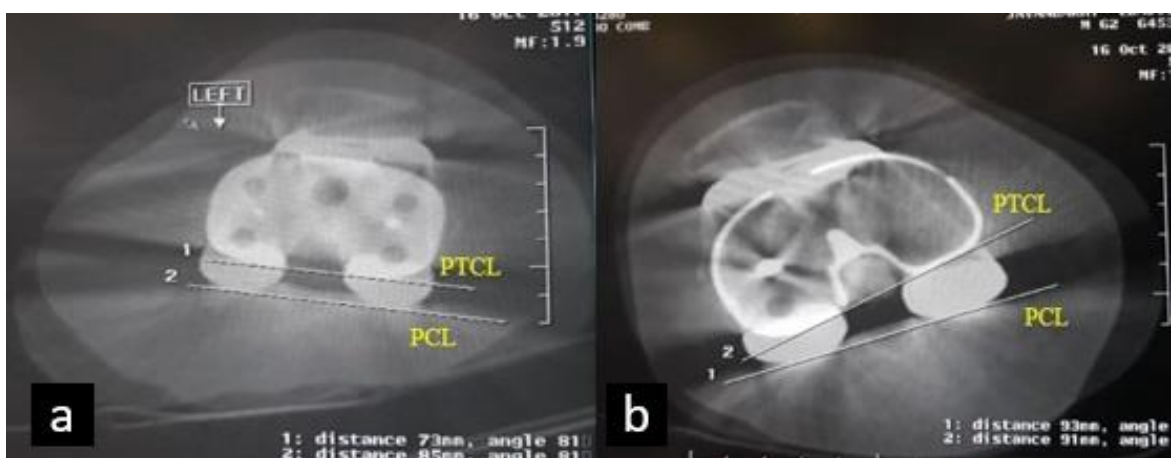


Figure 3: a) Parallel axial planes of the two components; the posterior condylar line (PCL) of the femur is parallel to the posterior tibial component line (PTCL). b) Divergent axial planes of the two components

It has been reported that 20% of TKA patients experience pain and functional disability<sup>(1-12)</sup>, however, there are limited studies examining the effect of malalignment on the subjective outcomes<sup>(9-13)</sup>. The current limited knowledge regarding the clinically important amount of rotational mismatch between the components necessitate conduction of more studies. Furthermore, the effects of rotational alignment of the components or rotational mismatch on functional and subjective outcomes of TKA remains unknown.

The main goal of the current study was to investigate the relationship between the rotational mismatch of the components and the functional outcomes and satisfaction after TKA. The authors hypothesized that rotational malalignment has a direct effect on the patient satisfaction. Furthermore, it was attempted to determine the clinically important amount of the rotational mismatch which may affect the patient's satisfaction.

## Materials & Methods

Between January 2016 and March 2017, 212 TKA surgeries were performed on 212 patients with a history of knee osteoarthritis (OA). The patients were operated on by two experienced knee surgeons through the anteromedial parapatellar or midvastus approaches using a posterior stabilized prosthesis (Zimmer, Warsaw, IN, US). All of the surgeries were performed based on the mechanical concept of knee arthroplasty. Before the operation the following angles were measured on x-rays: the varus angle, the medial proximal tibial angle, the lateral distal femoral angle and joint line convergence angle. One year after the operation, the patients were recalled and 153 of them volunteered to participate in the study. Of them, 59 patients were excluded due to secondary OA, a history of previous knee surgery, development of postoperative infection or ligamentous laxity and revision TKA. Finally, 109 patients were eligible and were asked to sign the informed consent.

Coronal alignment of the limb and components was measured on AP alignment view. The criteria for an acceptable coronal alignment were as follows:

- Hip-Knee-Ankle angle (HKAA)= $180^{\circ}\pm 3^{\circ}$
- Horizontal joint line
- Parallel prosthetic articular lines.

Acceptable coronal alignment was found in 89/109 patients (81.6%) who were referred for CT scanning. The others were excluded. The CT scan was

performed in supine position from the distal femoral metaphysis to the tibial tubercle in a thickness of 0.6 mm. The knees were fully extended. The feet were threaded together in a way to ensure the vertical alignment of the second ray.

### Parameters measured on CT images

1. *Axial alignment of the femoral component*: the angle between the posterior condylar line (PCL) of the femoral component and the anatomical transepicondyle axis (aTEA). The correct axial positioning of the femoral component was defined as the parallelism between the PCL and the aTEA (Figure 1).  $0^{\circ}$  to  $3^{\circ}$  of external rotation was accepted as parallelism. The components with  $> 3^{\circ}$  of external rotation or those with any degrees of internal rotation were recorded as outliers.

2. *Axial alignment of the tibial component*: the angle between Akagi's line (8) and the posterior tibial component line (PTCL). The positioning was correct if the angle measured  $90^{\circ}$  (Figure 2). Any internal rotation and  $>3^{\circ}$  of external rotation was considered outlier.

3. *Rotational alignment of the two components related to each other*: two CT images showing the PTCL and PCL were superimposed. Parallelism was recorded if the angle between the two lines was measured  $0^{\circ}\pm 3^{\circ}$  (Figure 3). Other than two components were considered divergent.

The correct axial alignment was recorded if all the 3 measurements on CT were within the acceptable limits. All of the measurements were performed by one radiologist and two orthopedic surgeon using the specialized software of the CT system. The final value was the average of three measurements. In a pilot study, the intra- and inter-observer reliability of the examiners was  $>0.8$ . On the final visit, the Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) was completed. Patient satisfaction was measured by visual analogue scale (VAS) ranged from 0 to 10. The higher numbers indicated higher satisfaction. These scales were compared between the patients with and without correct axial alignment. The patients were assigned into three groups of rotational mismatch:  $0-3^{\circ}$  (parallel group),  $3-10^{\circ}$  (moderate mismatch group) and  $>10^{\circ}$  (severe mismatch group). KOOS and VAS scales were compared between these three groups. Although the internally rotated femoral or tibial components were included in determining the incidence of outliers, however, these cases were excluded when the KOOS and VAS scores were compared.

## Effect of the axial alignment of knee prosthesis – relation of patient’s satisfaction with clinical observations

### Abstract

**Introduction:** Correct axial positioning of the prosthetic knee components remains challenging. In the current study, the effects of the axial alignment of the components on patient’s satisfaction and functional outcomes after total knee arthroplasty (TKA) were investigated. It was investigated whether parallel axial axes of the components can affect the outcomes.

**Materials & Methods:** There were 89 TKA patients with correct coronal alignment investigated at least 1 year after the operation. Using CT scanning, the axial alignment of the components and prosthetic joint were evaluated. To measure the mismatch angle between the two axes, the related CT images were superimposed. The criteria for the correct axial alignment of the prosthetic joint included: 1) correct axial alignment of the femoral component; 2) correct axial alignment of the tibial component; and 3) parallel rotational axes of the components. Patient satisfaction was measured using the visual analogue scale (VAS). Further, the Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) was completed.

**Results & Discussion:** The correct axial alignment of the femoral components and tibial components was found in 80.9% and 67.4% of knees, respectively. The correct axial alignment of the prosthetic joint was found in 35 patients (39.3%) and was not related to better KOOS and VAS scores. However, a mismatch  $>10^\circ$  significantly decreased the KOOS and patient satisfaction ( $p<0.05$ ).

**Conclusion:** The current study showed that a rotational mismatch  $> 10^\circ$  between the axial axes of the prosthetic knee components is associated with poor functional outcomes and decreased satisfaction.

**Keywords:** Osteoarthritis of Knee- Total Knee Replacement- Patient Satisfaction- Knee Prosthesis.

Accepted: 41 days before printing

Dr. Ali Akbar Esmailiejah<sup>1</sup>, Dr. Ali Mavaeian<sup>1</sup>, Dr. Seyed Morteza Kazemi<sup>1</sup>, Farshad Safdari<sup>1,2</sup>, Dr. Babak Shekarchi<sup>3</sup>

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

2. Department of Orthotics and Prosthetics, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran.

3. Radiologist, AJA University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Corresponding Author:  
Dr. Ali Mavaeian  
Email address:  
dr.a.mavaeian@mail.com

### Introduction

In spite of good outcomes of total knee arthroplasty (TKA), dissatisfaction after the surgery had been reported in one fifth of the patient<sup>(1)</sup>. Several factors may affect the results of TKA including patient factors, surgeon factors, types of prosthesis implantation, and alignment. Achieving the proper prosthesis alignment during TKA including the rotational alignment is essential for the stable function of the prosthetic knee and good outcomes<sup>(2-4)</sup>.

Rotational malalignment of the components may result in altered knee biomechanics followed by poor outcomes, patellofemoral complications, pain, extension deficit, increased prosthetic wear and decreased survival rates<sup>(5-8)</sup>. Several anatomic landmarks and articular axes introduced to be used for correct implantation of the prosthetic knee components. However, correct positioning of the components in the axial plane, especially in the case of tibial component, is challenging and technically demanding.

Unfortunately, none of the anatomic references or intraoperative techniques has gained worldwide popularity and the most useful one resulting in the least rate of the rotational outlier and/or the least amount of the rotational mismatch between the two components remains controversial<sup>(9-11)</sup>.

Currently, in spite of attempts made to optimize the component positioning, some patients may be found in orthopedic clinics who are not satisfied with the outcomes of TKA and malplacement, especially in the transverse plane (rotational alignment), can be clearly found on radiological evaluations.

- 29 Jang Y, Kempton LB, McKinley TO, Sorkin AT. Insertion-related pain with intramedullary nailing. *Injury*. 2017;48 Suppl 1:18-21. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2017.04.029>
- 30 Haegerstam GAT. Pathophysiology of bone pain: A review. *Acta Orthopaedica Scandinavica*. 2001;72(3):308-317. [10.1080/00016470152846682](https://doi.org/10.1080/00016470152846682)
- 31 Birlie T, Biresaw B, Yadeta E, Getachew T, Debella A, Eyeberu A. Knee Pain After Retrograde Intramedullary Nailing with Surgical Implant Generation Network of Femur Shaft Fractures at Public Hospitals in Bahir Dar City, Ethiopia: Analysis of 6-Months Follow-Up Results. *Orthopedic Research and Reviews*. 2023:59-68. <https://doi.org/10.2147/ORR.S406176>

method is the pain that patients may experience in the first few weeks after surgery. This pain gradually subsides, and no other side effects have been observed. It is recommended that some significant life-limiting complications of the reaming, including bleeding and the need for blood transfusion, fat embolism, and necrosis caused by heat, be investigated in the follow-up of patients.

## References

- 1 weatherford B. Humeral Shaft Fractures ortho bullets,2023 [Available from: <https://www.orthobullets.com/trauma/1016/humeral-shaft-fractures>.
- 2 von Falck C, Hawi N. Fracture diagnosis: upper extremities : Shoulder and shoulder girdle]. *Radiologe*. 2020;60(6):541-8. <https://doi.org/10.1007/s00117-020-00682-6>
- 3 Humeral Shaft Fracture TeachMeSurgery [updated 2022. 4:[Available from: <https://teachmesurgery.com/orthopaedic/shoulder/humeral-shaft-fracture/>.
- 4 Saha MK, Alam MJ, Kabir SJ, Karim MR, Kamruzzaman M, Rahman MM, et al. Management of Distal Third Comminuted Humerus Shaft Fracture by LCP Using Posterior Approach. *Mymensingh Med J*. 2019;28(2):291-7.
- 5 Ostermann RC, Lang NW, Joestl J, Pauzenberger L, Tiefenboeck TM, Platzer P. Fractures of the Humeral Shaft with Primary Radial Nerve Palsy: Do Injury Mechanism, Fracture Type, or Treatment Influence Nerve Recovery? *J Clin Med*. 2019;8(11). <https://doi.org/10.3390/jcm8111969>.
- 6 Baltov A, Mihail R, Dian E. Complications after interlocking intramedullary nailing of humeral shaft fractures. *Injury*. 2014;45(1):9-15. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2013.10.044>.
- 7 Basic principles of intermedullary nailing AO foundation: surgery reference; [Available from: <https://surgeryreference.aofoundation.org/orthopedic-trauma/adult-trauma/basic-technique/basic-principles-of-im-nailing>.
- 8 Helmig KC, Kakish S, DeCoster TA. Reaming Errors in Intramedullary Nailing. *Western Journal of Orthopaedics*. 2022;11(1):17. <https://digitalrepository.unm.edu/wjo/vol11/iss1/3>
- 9 Bhandari M, Guyatt G, Tornetta P, 3rd, Schemitsch EH, Swiontkowski M, Sanders D, et al. Randomized trial of reamed and unreamed intramedullary nailing of tibial shaft fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90(12): 1274-1275.
- 10 Frölke JP, Nulend JK, Semeins CM, Bakker FC, Patka P, Haarman HJ. Viable osteoblastic potential of cortical reamings from intramedullary nailing. *J Orthop Res*. 2004;22(6): 1271-1275. <https://doi.org/10.1016/j.orthres.2004.03.011>.
- 11 Reynders PA, Broos PL. Healing of closed femoral shaft fractures treated with the AO unreamed femoral nail. A comparative study with the AO reamed femoral nail. *Injury*. 2000;31(5):367-371. [https://doi.org/10.1016/S0020-1383\(00\)00005-X](https://doi.org/10.1016/S0020-1383(00)00005-X).
- 12 Li AB, Zhang WJ, Guo WJ, Wang XH, Jin HM, Zhao YM. Reamed versus unreamed intramedullary nailing for the treatment of femoral fractures: A meta-analysis of prospective randomized controlled trials. *Medicine (Baltimore)*. 2016;95(29):e4248. [10.1097/MD.0000000000004248](https://doi.org/10.1097/MD.0000000000004248).
- 13 Clatworthy MG, Clark DI, Gray DH, Hardy AE. Reamed versus unreamed femoral nails. A randomised, prospective trial. *J Bone Joint Surg Br*. 1998;80(3):485-489. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.80B3.0800485>.
- 14 Tornetta P, 3rd, Tiburzi D. Reamed versus nonreamed anterograde femoral nailing. *J Orthop Trauma*. 2000;14(1):15-19.
- 15 Duan X, Li T, Mohammed AQ, Xiang Z. Reamed intramedullary nailing versus unreamed intramedullary nailing for shaft fracture of femur: a systematic literature review. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2011;131(10):1445-1452. <https://doi.org/10.1007/s00402-011-1311-8>.
- 16 Larsen LB, Madsen JE, Høiness PR, Øvre S. Should insertion of intramedullary nails for tibial fractures be with or without reaming? A prospective, randomized study with 3.8 years' follow-up. *J Orthop Trauma*. 2004;18(3):144-149.
- 17 Shao Y, Zou H, Chen S, Shan J. Meta-analysis of reamed versus unreamed intramedullary nailing for open tibial fractures. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 2014;9(1):74. <https://doi.org/10.1186/s13018-014-0074-7>.
- 18 Frölke J. Intramedullary Reaming of Long Bones. *Practice of Intramedullary Locked Nails: New Developments in Techniques and Applications*. 2006:43-56. [https://doi.org/10.1007/3-540-32345-7\\_4](https://doi.org/10.1007/3-540-32345-7_4).
- 19 Freddy Achecar M. Unreamed vs Reamed Interlocking Nailing of Humeral Shaft Fractures Campbell Clinic-University of Tennessee, Memphis, Tennessee, USA1997 [Available from: [https://ota.org/sites/files/legacy\\_abstracts/ota97/otapa/OT\\_A97506.htm](https://ota.org/sites/files/legacy_abstracts/ota97/otapa/OT_A97506.htm).
- 20 Freeland AE, Jabaley ME, Hughes JL, Freeland AE, Jabaley ME, Hughes JL. Delayed union, non-union, and pseudarthrosis. Stable Fixation of the Hand and Wrist. 1986:167-178. [https://doi.org/10.1007/978-1-4613-8640-7\\_41](https://doi.org/10.1007/978-1-4613-8640-7_41).
- 21 Olson JJ, Entezari V, Vallier HA. Risk factors for non-union after traumatic humeral shaft fractures in adults. *JSES international*. 2020;4(4):734-738. <https://doi.org/10.1016/j.jseint.2020.06.009>.
- 22 Papakonstantinou MK, Hart MJ, Farrugia R, Gosling C, Kamali Moaveni A, van Bavel D, et al. Prevalence of non-union and delayed union in proximal humeral fractures. *ANZ Journal of Surgery*. 2017;87(1-2):55-59. <https://doi.org/10.1111/ans.13756>
- 23 Volpin G, Shtarker H. Management of delayed union, non-union and mal-union of long bone fractures. *Eur Surg Orthop Traumatol*. 2014;241-266. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-34746-7\\_10](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-34746-7_10).
- 24 Naclerio EH, McKee MD. Approach to Humeral Shaft Non-union: Evaluation and Surgical Techniques. *J Am Acad Orthop Surg*. 2022;30(2):50-59. [10.5435/JAAOS-D-21-00634](https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-21-00634)
- 25 Court-Brown CM, Will E, Christie J, McQueen MM. Reamed or unreamed nailing for closed tibial fractures. A prospective study in Tscherne C1 fractures. *J Bone Joint Surg Br*. 1996;78(4):580-583. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.78B4.0780580>
- 26 Ocalan E. Reamed vs. Unreamed Intramedullary Nailing of Femoral Fractures in the Elderly. *Trauma & Acute Care*. 2017;2(4).
- 27 Zura R, Mehta S, Della Rocca GJ, Steen RG. Biological Risk Factors for Non-union of Bone Fracture. *JBJS Rev*. 2016;4(1):e5. [10.2106/JBJS.RVW.O.00008](https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.O.00008)
- 28 Hak DJ, Fitzpatrick D, Bishop JA, Marsh JL, Tilp S, Schnettler R, et al. Delayed union and nonunions: epidemiology, clinical issues, and financial aspects. *Injury*. 2014;45 Suppl 2:3-7. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2014.04.002>

Non-union and delayed union are significant complications of humerus fractures, which may occur in both surgical and non-surgical cases<sup>(20-23)</sup>. The incidence of these complications has been reported to range from 2% to 10% in surgical treatments, which is consistent with the findings of our study<sup>(23,24)</sup>. We observed that 5% of patients in the Ream IMN group and 10% in the Non-Ream IMN group experienced delayed union.

Our study revealed that patients who underwent Non-Ream IMN surgery took longer to achieve union than those in the Ream IMN group. The mean time reported for the Non-Ream IMN group was 11.1 weeks, while the Ream IMN group took 8.2 weeks to achieve union. Similarly, in the study of COURT-BROWN et al., which was conducted on 50 patients, it was seen that in patients who were reamed IMN, the time required for the union was shorter, and in 20% of non-reamed patients, the need to replace the nail was reported due to delay in the union<sup>(25)</sup>.

In Larsen et al.'s study, which involved 45 patients with tibial fractures, it was observed that those who underwent reamed nailing had a lower incidence of delayed union and non-union<sup>(16)</sup>. A 2016 meta-analysis of 1078 patients found femoral fractures treated with reamed intramedullary nailing union were faster than those treated with non-reamed nailing<sup>(12)</sup>. The shorter union time in the reamed group may be due to the reaming process itself, which increases blood supply six-fold by putting pressure on the vessels under the periosteum, thereby reducing the time required for a union<sup>(12)</sup>. Furthermore, some studies have shown that the debris cells separated during reaming may contain osteoblasts and stem cells, which act as bone grafts and facilitate bone union<sup>(11,18)</sup>.

In our study, only one case of non-union was seen in the non-reamed group. However, there was no significant relationship between the type of operation (reamed IMN or non-reamed IMN) and non-union occurrence. This finding is in line with the study of Enes Ocalan et al., and it has been seen that smoking and underlying diseases such as diabetes, heart, and kidney disease are risk factors for not eating well in these patients<sup>(26)</sup>. It has also been seen in previous studies that old age, various medical comorbidities, sex, smoking, use of non-steroidal anti-inflammatory drugs, various genetic disorders, metabolic disease, malnutrition, and use of steroids and fracture pattern, location and displacement, the severity of soft tissue damage, the degree of bone

loss, the quality of surgical treatment, and the presence or absence of infection are also involved in non-union<sup>(24,27,28)</sup>. Patients who have these conditions were excluded from the study.

One of the most common complications after surgery is postoperative pain, which is debilitating and negatively affects the patient's quality of life in the long term<sup>(29)</sup>. In our study, the mean pain score in the second week after the operation for the reamed group was higher than the non-reamed group, but no clear difference was seen in the pain of the two groups in the 4th and 12th weeks. Pain experienced during the first few weeks after surgery may be caused by various factors, such as cytokines, prostaglandins, histamine, and bradykinin, which are produced due to the bone healing process<sup>(30)</sup>. The pain may also result from the reaming process and the type of surgical procedure that involves introducing nails into the bone marrow, which may affect the nearby nerves<sup>(30)</sup>. On the other hand, activities such as weight bearing and walking before successful and complete healing and re-modeling can affect the patient's pain, although this issue has not been investigated explicitly in these people<sup>(31)</sup>.

Overall, our study had some limitations. It was done in a single center with a limited sample size, which may affect the generalizability of our findings, so multicenter studies with a larger sample size are recommended to improve the results and increase accuracy. In addition, the variables that may affect the union process should be investigated as confounding variables in future studies, and their role in the amount of union delay should be investigated. It is also recommended that some significant life-limiting complications of reaming, including bleeding and the need for blood transfusion, fat embolism, and necrosis caused by heat, should also be investigated in the follow-up of patients. The strength of the present study includes the prospective design and follow-up of patients and the examination of some of the most common and essential complications, which have yet to be extensively investigated in the center where our study was conducted.

## Conclusion

The reamed IMN procedure can reduce the time it takes for a humerus fracture to heal. It can also lower the occurrence of delayed union and non-union. However, the only significant downside of using this

## Results

Sixty-nine individuals were included in this study, with a mean±SD age of 35.3±10.2 years. Out of them, 35 (50.7%) were male. The participants were divided into two groups: non-reamed (29 individuals) and reamed (40 individuals), as shown in Table 1. Table 1 shows no significant age or sex differences between groups.

Participants were assessed based on the study's outcomes; the results are presented in Table 2. According to the outcome comparison, the union duration was significantly less in the Ream group than in the non-reamed group ( $P<0.001$ ). The reamed group also had fewer delayed unions, although this difference was not statistically significant. Only one case of non-union was observed in the study, which was in the non-reamed group. Regarding pain scores, it was found that during the second week of the

follow-up period, the Ream group reported significantly higher pain levels ( $P<0.001$ ). However, no significant differences were observed in the 4th and 12th weeks of the follow-up.

The study also investigated the complications of fracture and intervention in patients, and the results are presented in Table 3. As shown, there was no significant difference between the two groups regarding complications.

## Discussion

Fracture of the humerus is a common orthopedic problem often associated with several complications. The availability of various treatment methods makes it challenging to select the appropriate type of treatment for the humerus fractures. Reaming and non-reaming IMN are two procedures used to treat humerus fractures. In this study, we investigated the efficiency of these two procedures.

**Table 1: Demographics variables**

	non- Ream (n=29)	Ream (n=40)	P-value
Age (year), mean±SD <sup>1</sup>	37.5±12.3	33.8±8.2	0.14
Sex (male), No (%) <sup>2</sup>	17 (58.6)	18 (45.0)	0.26

<sup>1</sup>Independent t-test; <sup>2</sup>Chi-squar; SD= standard deviation

**Table 2: Comparison of outcomes**

	non- Ream (n=29)	Ream (n=40)	P-value
Weeks to union, mean±SD <sup>1</sup>	11.1±3.5	8.2±1.9	0.001
Delayed union, No (%) <sup>2</sup>	3 (10.3)	2 (5.0)	0.64
Non-union, No (%) <sup>2</sup>	1 (3.4)	0 (0)	0.42
Pain score at week 2, mean±SD <sup>1</sup>	3.2±0.7	3.8±0.6	0.001
Pain score at week 4, mean±SD <sup>1</sup>	2.0±0.7	1.9±0.6	0.50
Pain score at week 12, mean±SD <sup>1</sup>	0.5±0.5	0.4±0.5	0.95
ROM at week 2, mean±SD <sup>1</sup>	31.2±6.3	49.3±7.1	0.001
ROM at week 4, mean±SD <sup>1</sup>	15.6±4.2	18.4±5.3	0.021
ROM at week 12, mean±SD <sup>1</sup>	6.1±2.2	4.2±1.8	0.001

<sup>1</sup>Independent t-test; <sup>2</sup>Chi-squar; SD= standard deviation, ROM= Range of motion

**Table 3: Comparison of complications**

	non-Ream (n=29)	Ream (n=40)	P-value
Superficial infection, No (%) <sup>1</sup>	1 (3.4)	2 (5.0)	1.00
Deep infection, No (%) <sup>1</sup>	0 (0)	0 (0)	-
Radial nerve palsy, No (%) <sup>1</sup>	0 (0)	0 (0)	-
Comminution at fracture site, No (%) <sup>1</sup>	0 (0)	0 (0)	-

<sup>1</sup>Chi-squar; SD= standard deviation

length measurement. If segmental comminution exists, the contralateral side can be measured to determine the intact humerus length.

For nail insertion, the nail is assembled on the back table, ensuring the targeting guide aligns with the holes in the nail and checking sleeves for each interlock hole. The top locking screw is tightened with a pumpkin screwdriver to lock the assembly together. The nail is inserted over the guidewire, following its 6° lateral bend, and malleted with a strike plate. The targeting jig should be 30° anterior to the bed for proper alignment. The nail is held by the handle, not the targeting guide, and advanced manually or with a mallet to the fracture site, checking on AP/lateral fluoroscopy. Manual advancement past the fracture site is preferred to avoid iatrogenic comminution or new fracture lines. The nail is inserted entirely and seated fully, with seating in the humeral head checked. It is essential to bury the nail 7-10mm to decrease the incidence of shoulder pain. Finally, the long balltip guidewire is removed. For the non-reamed group, the reaming process is omitted. The nail is fixed, specifically the Biotech brand (Figure 1 to 3).

### Outcome Measures

Shoulder mobility restriction was considered 50-60% one month post-intervention, 20-30% at three months, and 5% at six months. Patients' Demographic information, including age and sex, was recorded in the checklist. The patients were monitored for pain, complications such as delayed union, non-union, superficial infection, deep infection, radial nerve palsy, comminution at the fracture site, and welding condition by X-ray at intervals of two weeks, one month, three months, and six months after surgery. In our study, a delayed union was considered if it took more than three months for the union, and a non-union was considered if the union was not achieved after six months.

### Statistical Analysis

Data analysis was done using IBM SPSS 28. After using the Kolmogorov-Smirnov test, the mean±SD was used to describe continuous variables, and the number (%) was used to describe categorical variables. Independent t-student, Chi-square test, and one-way ANOVA were performed to compare the effect of the intervention. A p-value less than 0.05 was considered statistically significant (two-sided).



Figure 1: Before surgery

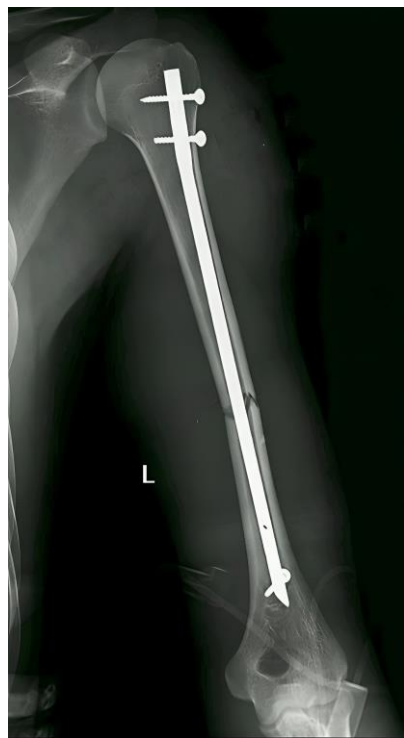


Figure 2: Three months after reaming surgery



Figure 3: Six months after reaming surgery

Studies have shown that reaming and using larger nail sizes can help increase bone stability<sup>(8,9)</sup>. Moreover, reaming has been shown to speed up the bone union process. It does this by separating debris cells that could contain osteoblasts and stem cells, which are crucial in bone grafting and accelerating the bone union process<sup>(10,11)</sup>. Additionally, reaming increases the blood supply under the periosteum, which can reduce the time required for bone union<sup>(12)</sup>. Intramedullary nails, made of titanium, have been observed to accelerate callus formation, increase the rate of bone union, and reduce the time required for bone union<sup>(12)</sup>.

Multiple studies have demonstrated higher union rates and lower rates of return to the operating room using reamed intramedullary nailing compared to unreamed intramedullary nails<sup>(13-15)</sup>. Most of the studies have compared IMN with non-reamed and reamed methods in tibial and femoral fractures, and reaming has been associated with a reduction in the time required for bone union and an increase in the rate of bone union<sup>(16)</sup>. On the other hand, reaming can have complications such as bleeding, the need for blood transfusion, fat embolism syndrome, and heat-induced necrosis<sup>(12,17,18)</sup>. However, in a study by Achezar et al. 1997, it was observed that non-reamed IMN in humeral fractures was associated with a shorter time for radiological evidence of fracture improvement compared to reamed IMN<sup>(19)</sup>.

Humeral shaft fractures are highly prevalent among young and working populations, as well as elderly and disabled individuals. These fractures can lead to complications and significantly impact quality of life. Choosing the appropriate surgery type presents challenges, high costs, and an economic burden, and more studies in this area need to be conducted. To address this issue, we investigated the outcome of IMN surgery with and without reaming as a treatment method for humeral shaft fractures.

## Materials & Methods

### Study Design

This study was a prospective cohort study that examined patients with humerus shaft fractures in 2023. The study was conducted in Kashani and Al-Zahra hospitals in Isfahan, Iran, and was approved by the Ethics Committee of Isfahan University of Medical Sciences (Code:IR.MUI.MED.REC.1402.300).

### Inclusion Criteria

To be included in the study, patients had to suffer from humerus shaft fractures, be between the ages of 20 and 60, have no history of musculoskeletal disease, not be taking any drugs that interfere with the bone union, and participate in all follow-up courses. They also had to meet other criteria, such as having no previous fractures, no current open fractures, and no vascular or nerve damage with the current fracture.

### Treatment Groups

The patients were randomly divided into two groups: one group was treated with intramedullary nailing with reaming, and the other group received humerus shaft fixation with intramedullary nailing without reaming.

### Surgical Procedure

The surgical approach for the anterolateral shoulder begins with a 3-4cm incision along the anterolateral border of the acromion. Tenotomy is performed to develop a soft tissue plane, followed by cautery through subcutaneous tissue. Sharp dissection is carried out through fascia, bursa, and rotator interval. The surgeon marks out the acromion's anterior, lateral, and posterior borders before making the incision and dissecting along the anterolateral border of the acromion down to the rotator cuff interval.

For guidewire insertion, the start point is between the greater tuberosity and the sulcus in the center of the humeral head. The aim is to have a 50% bare area, with the guidewire malleted into place and checked on fluoroscopy. The rotator interval is divided, and the guidewire is driven down the canal on power. AP and lateral fluoroscopy views ensure the guidewire is centered in the canal. A lateral entry awl or reamer (approximately 8mm) with a soft tissue protector is used to ream until it hits the stop plate.

Fracture reduction is achieved by applying manual traction, varus/valgus, and rotational force. Once reduced, a long ball-tip guidewire is manually pushed past the fracture site using a T-handle with a slight bend at the tip. The guidewire is malleted to the distal aspect of the humerus (olecranon fossa) and checked on AP/lateral fluoroscopy. A radiolucent ruler is used to measure the appropriate nail length on AP fluoroscopy of the shoulder. Rechecking the fracture site is essential to ensure no gapping for accurate

## Effect of reaming on intramedullary nailing of humeral shaft fractures

### Abstract

**Introduction:** Humeral shaft fractures are highly prevalent. These fractures can lead to complications and significantly impact quality of life. Choosing the appropriate surgery type presents challenges of high cost, and economic burden. We are investigating and comparing the outcome of Intramedullary Nailing (IMN) surgery with reaming and nailing without reaming as a treatment method for humeral shaft fractures and its outcomes.

**Materials & Methods:** This study was a prospective cohort study that examined patients with humerus shaft fractures in 2023. The study was conducted on nailing humeral fractures in a teaching hospital. The patients were randomly divided into two groups: One group was treated with intramedullary nailing with reaming, and the other group without reaming. The patients were monitored for pain, delayed union, non-union, infection, radial nerve palsy, and healing status at intervals of two weeks, one, three, and six months after surgery.

**Results & Discussion:** Sixty-nine patients including 29 in non-reamed and 40 in the reamed cases were studied. Union was observed at  $11.1 \pm 3.5$  weeks in non-reamed and  $8.2 \pm 1.9$  in reamed group, delayed union was observed in 3 of non-reamed and 2 of reamed cases. One case of non-union was in non-reamed group. In the second week of the follow-up, the reamed group reported significantly higher pain levels; however, no significant difference was observed in the 4th and 12th weeks of follow-up. There was no significant difference between the two groups regarding complications.

**Conclusion:** Reamed IMN of humeral fracture can reduce the union time, and helps to lower the occurrence of delayed union and non-union. However, the patients would experience more pain in few first post-surgery weeks and reaming.

**Keywords:** Bone Fractures, Humerus, Intramedullary Nailing.

Accepted: 37 days before printing

Mahdi Hadian<sup>1</sup>, Maryam Riahi<sup>2</sup>, Dr. Shirvan Rastegar<sup>1</sup>, Dr. Mojtaba Baniasadi<sup>3</sup>, Shahryar Rahmani<sup>4</sup>,  
Dr. Mehdi Motififard<sup>5</sup>

1. MD, Orthopedic Resident, Department of Orthopedic Surgery, Faculty of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

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

3. MD, General Orthopedic Surgeon, Assistant Professor, School of Medicine, Department of Orthopedics, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

4. MD, School of Medicine, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

5. Professor of Orthopaedics, Department of Orthopedic Surgery, Faculty of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

Corresponding Author:

Dr. Mehdi Motififard

Email address:

motifi298@yahoo.com

### Introduction

Humeral fractures can be classified into three types based on their location. These types include proximal fractures, shaft fractures, and distal fractures with the shaft being most common type. Shaft fractures are the second most common fracture in the general population. According to the latest reports, the prevalence of this fracture is estimated to be between 3-5% in 2023<sup>(1)</sup>.

The symptoms of humerus bone fractures usually include pain, swelling, inability to move, and limb deformity<sup>(1)</sup>. Diagnosis of bone fractures is based on the loss of periosteum integrity and sometimes the apparent displacement of bones in radiographic images<sup>(2)</sup>. The treatment of this fracture is based on the type and location of the fracture and radiological criteria, which can take the form of non-surgical and surgical treatment<sup>(3-5)</sup>. Non-surgical treatment includes using a splint or arm sling, while surgical treatment includes external fixation, open reduction, internal fixation (ORIF), and intramedullary nailing (IMN)<sup>(1)</sup>. Complications associated with surgical treatment include fracture non-union, delayed union, and damage to the radial nerve, which can be seen in up to 18% of cases<sup>(5)</sup>.

In cases of pathological unstable fractures, fragmented bone, osteoporotic, and high-energy fractures, physicians usually perform IMN<sup>(1,6)</sup>. This procedure can be done with or without reaming, which is the process of widening the medullary canal to allow for the passage of the nail<sup>(7)</sup>.



انجمن جراحان ارتوپدی ایران  
Iranian Orthopaedic  
Association

---

# *Iranian Journal of Orthopaedic Surgery*

---

Volume 21, Number 4, Autumn 2023  
ISSN Print 1735-2967, online 1735-2967

(Serial Number 83)

## **Content**

<b>Effect of reaming on intramedullary nailing of humeral shaft fractures</b> .....	<b>115</b>
Mahdi Hadian, Maryam Riahi, Dr. Shirvan Rastegar, Dr. Mojtaba Baniasadi, Shahryar Rahmani, Dr. Mehdi Motififard	
<b>Effect of the axial alignment of knee prosthesis – relation of patient’s satisfaction with clinical observations</b> .....	<b>122</b>
Dr. Ali Akbar Esmailiejah, Dr. Ali Mavaeian, Dr. Seyed Morteza Kazemi, Farshad Safdari, Dr. Babak Shekarchi	
<b>Comparison of correction of lumbar lordosis in posterior spinal fusion combined with two methods of posterior lumbar interbody fusion</b> .....	<b>134</b>
Dr. Mohammad Javad Bahram Beigi, Dr. Reza Mollahosseini, Dr. Navid Golchin	
<b>The effect of P32 radioactive synoviorthesis in hemophilic synovitis: How long does it last?</b> .....	<b>139</b>
Dr. Amir Reza Farhoud, Dr. Mohammadreza Razzaghof, Dr. Sepand Heidari, Dr. Ali Shbeeb, Dr. Gholam Reza Toogeh, Dr. Mohammad Ayati Firoozabadi, Dr. Mohammad Eftekhari, Dr. Seyed Mohammad Javad Mortazavi	
<b>Incidence and patterns of traumatic death among children and adolescents, crowded city, Iran</b> .....	<b>147</b>
Dr. Mohammad Reza Sharif, Dr. Behzad Nezhad-Tabrizi, Dr. Peyman Mirghaderi, Dr. Seyed Mohammad Reza Tabatabaee, Dr. Seyed Mohammad Milad Seyed Tabai	
<b>Total hip arthroplasty in sickle cell disease (case report)</b> .....	<b>154</b>
Dr. Sina Esmaili, Dr. Moein Akbari, Dr. Mohammadreza Razzaghof, Dr. Mohammad Ghorbanzadeh, Dr. Seyed Mohammad Javad Mortazavi	
<b>Isolated traumatic fracture of acromion treated with tension band fixation (case report)</b> .....	<b>160</b>
Dr. Seyed Reza Aghapour, Dr. Arash Maleki, Seyed Poyan Aghapour, Dr. Yasin SHarifzadeh	
<b>Regeneration of Mandibular and alveolar bone defects: the role of biomaterials and biological scaffolds (review article)</b> .....	<b>164</b>
Amir Rahmani, Negin Khoshnood, Ali Zamanian	
<b>Distal radius fracture (part one)</b> .....	<b>176</b>
Dr. Aziz Ahmadi	

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 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).

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.

The software used for statistical analyses and description of the actual method should be mentioned.

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.

- **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



انجمن جراحان ارتوپدی ایران  
Iranian Orthopaedic  
Association

# Iranian Journal of Orthopaedic Surgery

Volume 21, Number 4, Autumn 2023  
ISSN Print 1735-2967, online 1735-2967

(Serial Number 83)

**A Publication of:** Iranian Orthopaedic Association

**Chairman:** Bahador Aalami H, MD

**Editor-in-Chief:** Gholamhossain Shahcheraghi, MD, FRCS(C)

**Deputy Editor:** Aziz Ahmadi, MD

**Co-Editor:** Mahzad Javid, 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

Ebrahimpoor A, MD. IR

Esmaeileijah AA, MD. IR

Fakour M, MD. IR

Gharehdaghi M, MD. IR

Ghazavi MT, MD, FRCS (C). IR

Hajjalilo Sami S, MD. IR

Hassan Darwish M, MD. OM

Hesaraki S, PhD. IR

Javid M, MD. IR

Karimi Mobarakeh M, MD. IR

Kazemi SM, MD. IR

Makhmalbaf H, MD. IR

Mehdian H, MD. UK

Mehdinasab A, MD. IR

Mirzatolooei F, MD. IR

Mojtahed Jaberi F, MD. IR

Mortazavi SMJ, MD. IR

Motififard M, MD. IR

Mozafarian K, MD. IR

Narvani A, MD. IR

Navali AM, MD. IR

Parvizi J, MD, FRCS (C). 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):

Nakhaei Amroodi M, MD

Giti MR, MD

Ayati Firoozabadi M, MD

Elmi A, MD

Nezafati N, PhD

Soleimanpour J, MD

Afshar AR, MD

Sadeghpour AR, MD

Sadeghi A, MD

Motififard M, MD

Arti HR, MD

Tavassoli M, MD

Jafarizare MA, MD

Shahpari O, MD

Pourabbas Tahvildari B, MD

Ghandehari H, MD

Maroufi P, MD

Golbakhsh MR, MD

Parvizi J, MD

**Executive Manager:** Sohrabi M, PhD

**Consultant Manager:** Khoshnood N, PhD

**Cheif office & 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 now visible indexed in the following databases:

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