

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 اول: دکتر مهزاد جاوید

کمک سر دبیر دوم: دکتر مصطفی شاهرضایی

هیئت مدیره انجمن:

دکتر عادل ابراهیم پور

دکتر محمد رازی

دکتر محمد فکور

دکتر محمدرضا گلبخش

دکتر روشنک مرادی

دکتر محمدجواد مرتضوی

دکتر محمد نصیر نادری

مشاوران (این شماره):

دکتر کامران بدیع زاده

دکتر محمدرضا گلبخش

دکتر علی اکبر اسماعیلی جاه

دکتر سام حاجی علیلو سامی

دکتر سعید حصارکی

دکتر سعید ابریشمی

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 بدیع زاده، دکتر جان برچ، دکتر تقی بغدادی، دکتر جواد پرویزی، دکتر مهزاد جاوید، دکتر سام حاجی علیلو سامی، دکتر محمد حسن هادی درویش، دکتر سعید حصارکی، دکتر آلن دیمگلیو، دکتر محمد رازی، دکتر ابوالقاسم زارع زاده، دکتر علی زمانیان، دکتر علیرضا سعید، دکتر بابک سیاوشی، دکتر غلامحسین شاهچراغی، دکتر مصطفی شاهرضایی، دکتر مسعود شایسته آذر، دکتر حسن شریفی، دکتر محمدنقی طهماسبی، دکتر فریور عبدالله زاده لاهیجی، دکتر محمد فکور، دکتر محمد قره داغی، دکتر محمدتقی قضاوی، دکتر سید مرتضی کاظمی، دکتر محمود کریمی مبارکه، دکتر فریدون مجتهد جابری، دکتر هادی مخملباف، دکتر سید محمدجواد مرتضوی، دکتر مهدی مطیفی فرد، دکتر کامران مظفریان، دکتر حسین مهدیان، دکتر عبدالحسین مهدی نسب، دکتر فریدین میرزا طلوعی، دکتر علی نارونی، دکتر امیرمحمد نوالی.

مدیر اجرایی: دکتر مهری سهرابی

مشاور اجرایی: دکتر نگین خشنود

سرپرستی و هماهنگی اداری: شبنم کجوری

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

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

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

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

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

شمارگان: ۱۲۰۰

لینوگرافی: شیراز اسکندر

چاپ: مصطفوی

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

ساختمان ۹۴ - طبقه ششم، واحد ۱۲، کدپستی ۱۴۱۶۶

تلفن ۸۸۹۸۳۶۰۹، ۸۸۹۸۳۶۱۰، شماره ۸۸۹۸۳۶۱۰

E-mail: anjoman@iranoa.org Web Site: www.ijos.ir

## راهنمای نویسندگان

### اهداف و دیدگاه

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

### استقلال سردبیری:

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

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

### روند ثبت مقالات:

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

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

### بررسی اولیه و علمی مقالات

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

### روند هم‌تراز داوری

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

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

### مسائل اخلاقی

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

### حقوق انسانی و حیوانی

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

### رضایت آگاهانه:

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

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

### • شرایط تألیف

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

• **In Medical Journals** منتشر شده توسط کمیته بین‌المللی 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 جمع‌آوری داده‌ها یا آنالیز داده‌ها و یا تفسیر آنالیز مربوطه؛ و

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

#### Journal Article:

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

#### تصحیح اشتباهات:

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

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

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

تلفن: ۰۲۱۸۸۹۸۳۶۰۹ - ۰۲۱۸۸۹۶۶۵۸۳

دورنگار: ۰۲۱۸۸۹۸۳۶۱۰

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



مولفین مدعو این جلد: دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)

### فهرست

- ۱۷۳ ..... بررسی علل جراحی مجدد در بیماران با جراحی قبلی ستون فقرات کمری  
دکتر محمدکاظم امامی میبدی، دکتر سید سعید دریاباری، دکتر محسن مطلبی، دکتر محمد قلم فرسا، دکتر علیرضا شاکری صفت،  
دکتر امیرحسین غزاله، دکتر حمیدرضا حصارى کیا
- بررسی مقایسه‌ای دو روش مولکولی و کشت جهت تشخیص عوامل میکروبی در بیماران  
میتلا به استئومیلیت و آرتريت سپتیک .....  
۱۸۲ .....  
دکتر حسین عبدالهی، دکتر محمد کاظم امامی میبدی، دکتر شهرام شیروانی بروجنی، دکتر مرتضی ایزدی،  
دکتر مرتضی حسینی، دکتر سجاد محمد نبی  
تأثیر جراحی تعویض کامل مفصل لگن بر تغییرات بالینی و رادیولوژیک راستای ساژیتال ستون فقرات:  
یک مطالعه گذشته‌نگر .....  
۱۸۷ .....  
دکتر حمید حصارى کیا، دکتر عباس حسین پور آذری، دکتر مهدی حسینی امیرآباد، دکتر مهدی عباس زاده،  
دکتر محسن مطلبی، دکتر محمد قلم فرسا، دکتر علیرضا شاکری صفت، دکتر امیرحسین غزاله، دکتر محمدکاظم امامی میبدی
- بررسی اثر استفاده از درن بر تغییرات سطح  $TIBC$ ،  $Hb$  و  $Fe$  در عمل جراحی تعویض مفصل زانو.....  
۱۹۲ .....  
دکتر محمد محمدی، دکتر حسین پیرمحمدی، دکتر مهدی راعی، دکتر کاووس وزیرى، دکتر صدرا حاجی،  
دکتر محسن رحیمی، دکتر امیرحسین غزاله
- ارزش تشخیصی سونوگرافی در ترومای آرنج در شرایط اورژانسی.....  
۱۹۶ .....  
دکتر فخرالدین سلطانی، دکتر محمدرضا قانع، دکتر یوسف علی محمدی، دکتر رمضان جعفری، دکتر امیرحسین غزاله،  
دکتر مهدی عباس زاده، دکتر محمد جواد بهزادنیا
- فیوژن انتخابی توراکولومبار/لومبار در اسکولیوز ایدیوپاتیک نوجوانان (مقاله مروری).....  
۲۰۲ .....  
دکتر محسن مطلبی، دکتر حمید حصارى کیا، دکتر کیوان اسدی، دکتر علیرضا شاکری صفت
- آسیب عروقی پس از استئوتومی اطراف زانو (گزارش موردی).....  
۲۱۰ .....  
دکتر محمد امین حیدری، دکتر محمد کاظم امامی میبدی، دکتر محسن مطلبی
- نانو هیدروکسی آپاتیت نیروی محرکه‌ای برای بازسازی بافت استخوان در جراحی ارتوپدی: چالش‌ها و آینده (مقاله مروری).....  
۲۱۳ .....  
دکتر محسن رحیمی، دکتر بهرام جعفرنیا، دکتر کامیار زلف خانی، دکتر حسین پیرمحمدی، دکتر عسگر امامقلی

## بررسی علل جراحی مجدد در بیماران با جراحی قبلی ستون فقرات کمری

### چکیده:

**مقدمه:** بیماری های ستون فقرات از شایع ترین علل مراجعه به کلینیک های ارتوپدی و از علل فراگیر جراحی های ارتوپدی است. جراحی ستون فقرات در کاهش درد و بهبود عملکرد در بیماران با شرایط خاص آرتروز مفید است. این مطالعه به بررسی علل جراحی مجدد در بیماران با جراحی قبلی ستون فقرات پرداخته شده است.

**مواد و روش ها:** در مطالعه کوهورت گذشته نگر حاضر، تعداد ۴۰ نفر از افراد مراجعه کننده به یک واحد آموزشی که تحت جراحی ستون فقرات قرار گرفته بودند و در زمان مراجعه بر اساس معیارهای تشخیصی و بالینی نیازمند عمل مجدد بودند، بررسی شدند. بیماران به صورت در دسترس انتخاب شدند اطلاعات دموگرافیک (شامل سن، جنسیت، بیماری زمینه ای و BMI) توسط فرم جمع آوری اطلاعات از پرونده های بیماران جمع آوری شد. به علاوه، تشخیص بیماری ستون فقرات، نوع جراحی قبلی، تعداد فیوژن ها، سابقه تعداد عمل جراحی ستون فقرات، طبقه بندی Roussouly و T-score و همچنین مقادیر پارامترهای رادیوگرافیک شامل pelvic sagittal vertical angle (SVA)، pelvic tilt (PT) و sacral slope (SS)، lumbar lordosis (LL)، incidence (PI) چک لیست شدند.

**نتایج و بحث:** شایع ترین علت جراحی ستون فقرات، تنگی کانال بود که در ۳۷ بیمار وجود داشت. در مورد نوع عمل جراحی، شایع ترین جراحی دیسککتومی و فیوژن بود که به ترتیب در ۳۰ بیمار (۷۵ درصد) و ۲۷ بیمار (۶۷/۵ درصد) انجام شده بود. بر اساس طبقه بندی Roussouly، ۳۰ بیمار (۷۵ درصد)  $SS < 35$  درجه و ۱۰ بیمار (۲۵ درصد)  $SS > 35$  درجه داشتند. میانگین BMI بیماران  $28.28 \pm 2.6$  کیلوگرم بر مترمربع بود میانگین T-score در دانسیتومتری استخوان  $-1.8 \pm 1.06$  بود. میانگین اندازه SVA برابر  $7.12 \pm 2.19$  سانتی متر، میانگین زاویه PI برابر  $10.18 \pm 1.2$  درجه، میانگین زاویه LL برابر  $23.42 \pm 1.5/56$  درجه، میانگین اندازه اختلاف زوایای PI و LL برابر  $29.25 \pm 1.5/30$  درجه، میانگین زاویه SS برابر  $27.85 \pm 1.0/69$  درجه و میانگین زاویه PT برابر  $23.82 \pm 7.62$  درجه بود. اندازه SVA در ۳۵ بیمار (۸۷/۵ درصد) غیرنرمال بود، اندازه PI در ۱۴ بیمار (۳۵ درصد)، اختلاف PI و LL در ۳۵ بیمار (۸۷/۵ درصد)، اندازه SS در ۳۴ بیمار (۸۵ درصد) و اندازه PT در ۲۹ بیمار (۷۲/۵ درصد) غیرنرمال بود. اختلاف معناداری در SVA، PI، اختلاف PI و LL، SS، PT بین گروه های نرمال و غیرنرمال وجود داشت ( $P < 0.001$ ). سن بالا، سابقه بیماری های همراه، BMI بالا و ابتلا به استئوپنی و استیوپروز و همچنین فاکتورهای حین عمل مثل عدم اصلاح لوردوز کمری و sagittal balance و اصلاح زوایا در عمل جراحی موجب افزایش ریسک شکست در عمل جراحی و نیاز به عمل جراحی مجدد گردید. نتیجه گیری: استئوپنی و استیوپروز و عدم اصلاح لور دوز کمری و برقرار نشدن sagittal balance و یا اصلاح زوایا در عمل جراحی می تواند باعث نیاز به عمل مجدد بشوند.

**واژگان کلیدی:** ستون فقرات، سندرم جراحی ناموفق کمر، جراحی مجدد

پذیرش مقاله: ۳۳ روز قبل از چاپ

دکتر محمد کاظم امامی میبیدی، دکتر سید سعید دریاباری، دکتر محسن مطلبی، دکتر محمد قلم فرسا، دکتر علیرضا شاکری صفت،

دکتر امیرحسین غزاله، دکتر حمیدرضا حصارى کیا

### مقدمه

مرکز تحقیقات تروما، دانشگاه علوم پزشکی  
بقیه الله، تهران، ایران

بیماری های ستون فقرات از علل شایع مراجعه به کلینیک های ارتوپدی و از علل فراگیر جراحی های ارتوپدی است. این جراحی ها معمولاً به علت چسبندگی های ناشی از عمل قبلی و شرایط پیچیده تر بیماران به علت گذشت زمان، نیازمند انجام پروسه های زمان بر و با دقت بیشتری هستند. شایع ترین اندیکاسیون جراحی ستون فقرات فشار روی اجزا عصبی می باشد که دو علت شایع آن فتق دیسک بین مهره و تنگی نخاع باشد<sup>(۱)</sup>.

دردهای رادیکولار از علل اصلی مراجعه بیماران به کلینیک ها و مطب های پزشکان محسوب می گردد که سبب ناتوانی قابل توجهی در بیماران مبتلا می گردد<sup>(۱)</sup>. این اختلال حتی در سنین پایین نیز دیده می شود و ۳۰ درصد از نوجوانان در دوره ای از زندگی به علت کمردرد به پزشک مراجعه می نمایند<sup>(۲)</sup>.

نویسنده مسئول:

دکتر حمیدرضا حصارى کیا

Email address:

H.hesrikia@gmail.com

سرویکال و pelvic retroversion و خم شدن زانو برای جبران صافی ستون فقرات لومبار. رادیوگرافی ایستاده کامل ستون فقرات برای تعیین درجه عدم تعادل و اندازه گیری پارامترهای رادیوگرافی لگن و روابط آنها لازم است. اگر این بیماری علامتی باشد، ممکن است اصلاح flatback و ترمیم لوردوز نرمال لازم باشد. برای دیسک های متحرک، استئوتومی متعدد خلفی (به عنوان مثال استئوتومی پونته) می تواند لوردوز را اصلاح کند. اگر ستون فقرات با یک دفورمیتی ثابت فیوز شود، یک-three column pedicle subtraction osteotomy ممکن است نیاز باشد<sup>(۱۰)</sup>. با توجه به کمبود مطالعات در این زمینه در ایران، در این مطالعه به بررسی علل جراحی مجدد در بیماران با جراحی قبلی ستون فقرات پرداختیم.

### مواد و روش‌ها

در مطالعه مشاهده ای حاضر که به صورت یک بررسی کوهورت گذشته نگر انجام شد، تعداد ۴۰ نفر از افراد مراجعه کننده به بیمارستان بقیه الله که تحت جراحی ستون فقرات قرار گرفته بودند و در زمان مراجعه بر اساس کرایتریاهای تشخیصی و بالینی نیازمند عمل مجدد بودند، بررسی شدند. معیار خروج ابتلا به بیماری های ارتوپدیک هیپ و اندام تحتانی و یا ناقص بودن اطلاعات موجود بود.

### معیارهای ورود

بیماران مراجعه کننده به بیمارستان بقیه الله با سابقه جراحی ستون فقرات و نیازمند عمل مجدد بر اساس کرایتریاهای تشخیصی و بالینی در زمان مراجعه

### معیارهای خروج

۱. ابتلا به بیماری های ارتوپدیک هیپ و اندام تحتانی
۲. ناقص بودن اطلاعات بیماران

### روش نمونه گیری و محاسبه حجم نمونه:

در مطالعه حاضر، نمونه گیری به روش آسان (در دسترس) انجام شد. بر اساس فرمول زیر با در نظر گرفتن آلفا (خطای اول مطالعه) به میزان  $d = 0.05$  (دقت)  $0.1$  و نیز  $P$  به میزان  $0.1$  (با توجه به فرانس شماره ۶ که در آن در حدود ۱۰ درصد نیاز به جراحی مجدد داشته اند)، حجم نمونه ۳۶ نفر به دست آمده بود. در نهایت ۴۰ بیمار نیازمند به عمل جراحی مجدد ستون فقرات که معیارهای ورود را دارا بودند، مورد مطالعه قرار گرفتند. بیماران به صورت در دسترس انتخاب شدند و مورد بررسی قرار گرفتند و اطلاعات دموگرافیک (شامل سن، جنسیت، بیماری زمینه ای و BMI) توسط فرم جمع آوری اطلاعات با کمک پرونده های بیماران جمع آوری شد. به علاوه، خصوصیات بالینی از جمله تشخیص بیماری ستون فقرات، نوع جراحی قبلی، تعداد فیوژن ها، سابقه تعداد عمل جراحی ستون فقرات، طبقه بندی rousouly و T-score و هم چنین

بر اساس آمار موجود، میزان فراوانی کمردرد در طی یک ماه گذشته در افراد در حدود ۳۲ درصد است و سبب ۵/۵ روز استراحت در بستر در افراد می شود و ۱۹ درصد از افراد سبب غیبت از کار می شود<sup>(۳)</sup>. اعمال جراحی لامینکتومی از جمله شایعترین اعمال جراحی انجام شده در بیماران مبتلا به رادیکولوپاتی کمری می باشند<sup>(۴)</sup>. این اعمال جراحی با وجود آن که اثربخشی خوبی دارند، اما گاهی سبب ایجاد عوارض و مشکلاتی در بیماران نیز می شوند<sup>(۵)</sup>. بعلاوه ۱۰ درصد تا یک پنجم از بیماران تحت جراحی گاهی به دلایل مختلفی دچار عود علائم شده و مجدداً به پزشک مراجعه می نمایند<sup>(۶)</sup>.

در مطالعات اپیدمیولوژیک فاکتورهای مختلف شخصی، شغلی و شیوه زندگی فرد مبتلا به مشکل کمری مرتبط بوده اند و عوامل غیر شغلی مثل سن، جنس، آمادگی جسمانی، مصرف سیگار و اختلالات ساختاری مادرزادی مانند اسپوندیلولیستریسیس و همچنین عواملی مانند بلندکردن و هل دادن بار سنگین، خم و راست کردن کمر و وضعیت های نامناسب بدنی و غیرارگونومیک از فاکتورهای خطر بروز کمردرد محسوب می شوند<sup>(۷،۸)</sup>. این بیماران در قیاس با بیمارانی که به جراحی پاسخ خوبی می دهند دچار مشکلات جسمی و روحی متعدد و نیز کاهش کیفیت زندگی می باشند و لذا شناسایی آنها از اهمیت به سزایی برخوردار است، بخصوص آن که می تواند جهت preoperative planning استفاده شود تا از وقوع مجدد آنها در جراحی های بعدی جلوگیری شود<sup>(۹)</sup>.

جراحی ستون فقرات در کاهش درد و بهبود عملکرد در بیماران با شرایط خاص degenerative مفید است. "Failed back surgery"، "flatback syndrome" و "سندرم postlaminectomy" اصطلاحاتی هستند که برای توصیف شرایط بیمارانی که قبلاً تحت عمل جراحی ستون فقرات قرار گرفته اند و در حال حاضر علامت دار هستند استفاده می شود. طی دو دهه گذشته افزایش قابل توجهی در میزان جراحی ستون فقرات مشاهده شده است. انتظار می رود که میزان جراحی مجدد همراه با تعداد مراجعه بیماران به جراحان ستون فقرات و متخصصان عمومی افزایش یابد<sup>(۱۰)</sup>.

از بین رفتن لوردوز نرمال کمر به دنبال fusion معمولاً به عنوان سندرم (کمر صاف) flatback شناخته می شود و در نتیجه باعث عدم تعادل جانبی می شود. دلایل شایع شامل: fusion کمر هیپولوردوتیک برای اسپوندیلوز دژنراتیو، سودآرتروزی که منجر به پیشرفت دفورمیتی می شود و کیفوز در محل اتصال توراکولومبار است. یکی از علل منحصر به فرد این بیماری، distraction instrumentation است (به عنوان مثال Harrington distraction rods) که به ستون فقرات کمری ساکرال کشیده می شوند. بیماران مبتلا به دفورمیتی flatback به طور معمول با درد و عدم توانایی ایستادن در حالت ایستاده مواجه می شوند. در معاینه فیزیکی، decompensated sagittal imbalance (تشخیص تعادل جانبی) مشاهده می شود. شرایط زیر نیز در تنظیم (تعادل جانبی) sagittal balance بالینی جبران نشده ممکن است وجود داشته باشد: هیپوکیفیوز جبرانی ستون فقرات توراسیک، هیپرلوردوز ستون فقرات

### Pelvic incidence (PI)

Pelvic incidence (PI) به عنوان زاویه بین یک خط عمود بر مرکز صفحه انتهایی ساکرال و یک خط کشیده شده از مرکز صفحه انتهایی ساکرال به مرکز محور bicoxofemoral تعریف می شود (شکل ج). میانگین PI در بزرگسالان  $52 \pm 10$  درجه است (شکل ا).

### Lumbar lordosis (LL)

Lumbar lordosis (LL) از صفحه انتهایی فوقانی L1 تا صفحه انتهایی تحتانی S1 اندازه گیری می شود (شکل ج).

### اختلاف PI و LL (PI-LL)

مقدار نرمال این اختلاف کمتر از ۱۰ درجه است. در این مطالعه این مقدار کمتر از ۹ درجه در نظر گرفته شد.

### Sacral slope (SS)

به زاویه بین خط کشیده شده در امتداد صفحه انتهایی فوقانی S1 و یک خط مرجع افقی (SS) می گویند (شکل ه). اندازه نرمال این زاویه  $35 < SS < 45$  درجه در نظر گرفته شد.

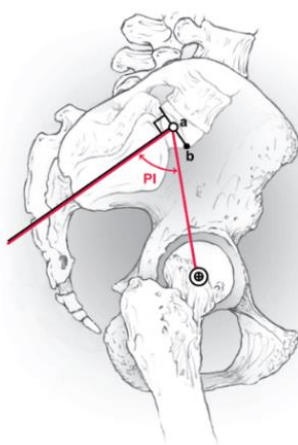
مقادیر پارامترهای رادیوگرافیک شامل PI، LL، PI-LL، SS و PT وارد چک لیست شدند.

### طبقه بندی Roussouly

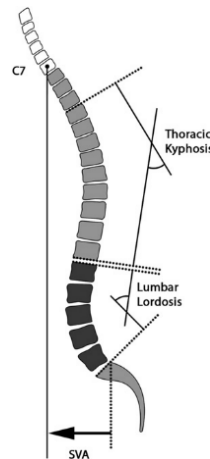
طبقه بندی اصلی roussouly رابطه هندسی بین SS و قوس پایین لوردوز (بین پلاتو S1 و خط افقی از راس LL) را معرفی می کند (پنل ۱، قسمت الف). چهار نوع طبقه بندی roussouly وجود دارد: نوع ۱ و ۲ برای  $SS < 35$ ، نوع ۳ برای  $35 < SS < 45$  و نوع ۴ برای  $SS > 45$  درجه. در این مطالعه بیماران را به دو گروه  $SS > 35$  و  $SS < 35$  طبقه بندی کردیم.

### Sagittal vertical axis (SVA)

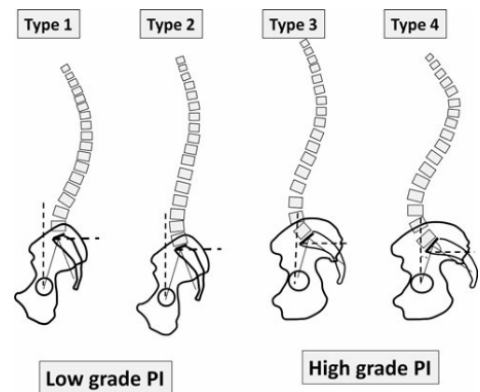
یک خط شاقولی که از مرکز تنه مهره C7 افتاده به عنوان sagittal vertical axis (SVA) نامیده می شود. عکس بلند نیم رخ ستون فقرات، plumb line به طور معمول از داخل یا پشت استخوان ساکروم می افتد (شکل ب - ب). مقادیر طبیعی برای SVA در بزرگسالان از  $+48$  میلی متر تا  $-48$  میلی متر است. مقادیر منفی نشان دهنده موقعیتی در پشت برآمدگی ساکرال است. در مطالعه حاضر مقادیر کمتر از ۵۰ میلی متر نرمال در نظر گرفته شد.



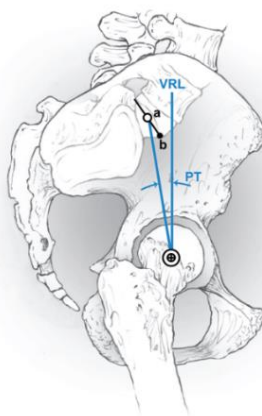
ج: Pelvic incidence



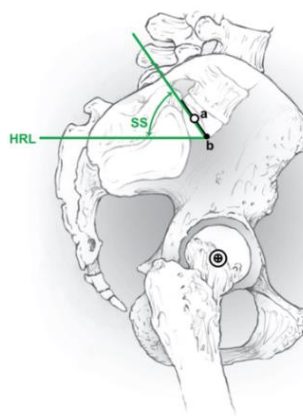
ب: Sagittal vertical axis



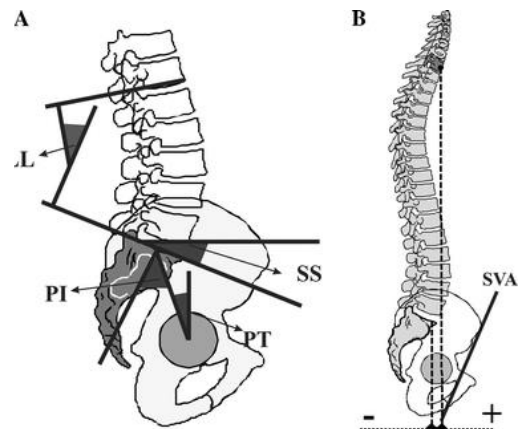
الف: Roussouly classification



و: Pelvic tilt



ه: Sacral slope



د: Lumbar lordosis

شکل ۱: مقادیر پارامترهای رادیوگرافیک

## Pelvic tilt (PT)

Pelvic tilt (PT) به عنوان زاویه بین خط عمودی و خط اتصال نقطه میانی صفحه ساکرال به محور سر استخوان فمور اندازه گیری می شود (شکل -و). مقدار نرمال این زاویه کمتر از ۲۰ درجه در نظر گرفته شد. از افراد جهت ورود به مطالعه رضایت نامه ی کتبی گرفته شد. پس از اخذ موافقت از کمیته اخلاق، تمامی اطلاعات جمع آوری گردیده به صورت محرمانه و بدون اسم مشخص نگهداری و تجزیه تحلیل گردید. افراد حاضر در طرح به کلیه اصول اخلاقی هلسینکی پایبند ماندند. هیچ هزینه ی اضافی به بیماران تحمیل نشد.

## روش تجزیه و تحلیل داده ها

داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم افزار آماری SPSS v. 26 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصله برای متغیرهای کمی به صورت میانگین و انحراف استاندارد (Mean  $\pm$  SD) و برای متغیرهای کیفی طبقه ای به صورت درصد بیان گردید. مقایسه بین متغیرهای کمی توسط آزمون t test و یا در صورت داشتن توزیع غیر نرمال توسط آزمون Mann-Whitney U test صورت گرفت. مقایسه بین متغیرهای کیفی نیز با استفاده از آزمون Chi-square test و یا آزمون دقیق فیشر انجام شد. سطح معنی داری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

## نتایج

در این مطالعه، ۴۰ بیمار نیازمند به جراحی مجدد ستون فقرات با میانگین سنی  $71.07 \pm 62/92$  سال مورد بررسی قرار گرفتند (کمترین سن ۵۲ سال و بیشترین سن ۷۷ سال). ۲۴ بیمار (۶۰ درصد) زن بودند. شایع ترین بیماری های زمینه ای، فشار خون و دیابت بودند (به ترتیب ۱۴ بیمار: ۳۵ درصد و ۱۳ بیمار: ۳۲/۵ درصد). در مورد سایر بیماری های زمینه ای، بیماری مزمن کلیوی (CKD) در پنج بیمار (۱۲/۵ درصد)، نارسایی قلبی (HF) در چهار بیمار (۱۰ درصد)، حوادث عروقی مغزی

(CVA) در دو بیمار (پنج درصد)، پارکینسون در یک بیمار (۲/۵ درصد)، آرتروز روماتوئید (RA) در یک بیمار (۲/۵ درصد) و سایر بیماری ها در سه بیمار (۷/۵ درصد) دیده شد (جدول ۱). شایع ترین علت جراحی ستون فقرات، تنگی کانال بود که در ۳۷ بیمار (۹۲/۵ درصد) وجود داشت. سایر علل جراحی ستون فقرات شامل اسپوندیلولولیستریس (۲۶ بیمار: ۶۵ درصد)، device failure (۱۳ بیمار: ۳۲/۵ درصد) و هرنی دیسک (هشت بیمار: ۲۰ درصد) بود (جدول ۱). در مورد نوع عمل جراحی، شایع ترین جراحی دیسکتومی و فیوژن بود که به ترتیب در ۳۰ بیمار (۷۵ درصد) و ۲۷ بیمار (۶۷/۵ درصد) انجام شده بود. سایر عمل های جراحی در ۹ بیمار (۲۲/۵ درصد) انجام شده بود (جدول ۱). از نظر تعداد فیوژن ها در طی عمل جراحی، در ۱۰ بیمار (۲۵ درصد) هیچ فیوژنی صورت نگرفته، در هشت بیمار (۲۰ درصد) چهار فیوژن، در هفت بیمار (۱۷/۵ درصد) سه فیوژن، در شش بیمار (۱۵ درصد) هفت فیوژن، در سه بیمار (۷/۵ درصد) نه فیوژن، در سه بیمار (۷/۵ درصد) پنج فیوژن، در دو بیمار (۵ درصد) دو فیوژن و در یک بیمار (۲/۵ درصد) شش فیوژن داده شده است (جدول ۱). در مورد سابقه تعداد عمل جراحی ستون فقرات، درصد بیشتری از بیماران (۲۵ بیمار: ۶۲/۵ درصد) سابقه یک بار عمل جراحی داشته اند، هفت بیمار (۱۷/۵ درصد) سابقه دو بار، چهار بیمار (۱۰ درصد) سابقه چهار بار، دو بیمار (۵ درصد) سابقه سه بار و دو بیمار (۵ درصد) سابقه پنج بار عمل جراحی قبلی ستون فقرات را داشتند (جدول ۱). بر اساس طبقه بندی rousouly، ۳۰ بیمار (۷۵ درصد)  $SS < 35$  درجه و ۱۰ بیمار (۲۵ درصد)  $SS > 35$  درجه داشتند (جدول ۱).

میانگین Body mass index (BMI) بیماران  $28.28 \pm 2.6$  کیلوگرم بر متر مربع بود (کمترین مقدار ۲۳/۱۰ و بیشترین مقدار ۳۵) (جدول ۲) با توجه به طبقه بندی BMI، ۲۲ بیمار (۵۵ درصد) اضافه وزن (overweight) داشتند، ۱۴ بیمار (۳۵ درصد) چاقی متوسط (obese) داشتند، یک بیمار (۲/۵ درصد) چاقی شدید (morbid obese) داشت و سایر بیماران (سه بیمار: ۷/۵ درصد) نرمال بودند (جدول ۳).

جدول ۱: درصد فراوانی متغیرهای دموگرافیک بیماران نیازمند عمل جراحی مجدد ستون فقرات

تعداد (درصد فراوانی)	متغیر	
۲۴ (۶۰٪)	زن	جنسیت
۱۶ (۴۰٪)	مرد	
		بیماری زمینه ای
۱۴ (۴۵٪)	دارد	فشار خون
۲۶ (۶۵٪)	ندارد	
۱۳ (۳۲/۵٪)	دارد	دیابت
۲۷ (۶۷/۵٪)	ندارد	
۵ (۱۲/۵٪)	دارد	بیماری مزمن کلیوی (CKD)
۳۵ (۸۷/۵٪)	ندارد	
۴ (۱۰٪)	دارد	نارسایی قلبی (HF)
۳۶ (۹۰٪)	ندارد	

۲ (۵٪)	دارد	حوادث عروقی مغزی (CVA)	
۳۸ (۹۵٪)	ندارد		
۱ (۲/۵٪)	دارد	پارکینسون	
۳۹ (۹۷/۵٪)	ندارد		
۱ (۲/۵٪)	دارد	آرتریت روماتوئید (RA)	
۳۹ (۹۷/۵٪)	ندارد		
۳ (۷/۵٪)	دارد	سایر بیماری های زمینه ای	
۳۷(۹۲/۵٪)	ندارد		
		تشخیص بیماری ستون فقرات	
۳۷(۹۲/۵٪)	دارد	تنگی کانال	
۳ (۷/۵٪)	ندارد		
۲۶ (۶۵٪)	دارد	اسپوندیلولولیستریس	
۱۴ (۳۵٪)	ندارد		
۱۳ (۳۲/۵٪)	دارد	Device failure	
۲۷ (۶۷/۵٪)	ندارد		
۸ (۲۰٪)	دارد	هرنی دیسک	
۳۲ (۸۰٪)	ندارد		
		نوع جراحی قبلی	
۳۰ (۷۵٪)	بله	دیسکتومی	
۱۰ (۲۵٪)	خیر		
۲۷ (۶۷/۵٪)	بله	فیوژن	
۱۳ (۳۲/۵٪)	خیر		
۱۷ (۴۲/۵٪)	بله	لامینکتومی	
۲۳ (۵۷/۵٪)	خیر		
۹ (۲۲/۵٪)	بله	سایر جراحی ها	
۳۱ (۷۷/۵٪)	خیر		
۱۰ (۲۵٪)	صفر	تعداد فیوژن ها	
۲ (۵٪)	دو		
۷ (۱۷/۵٪)	سه		
۸ (۲۰٪)	چهار		
۳ (۷/۵٪)	پنج		
۱ (۲/۵٪)	شش		
۶ (۱۵٪)	هفت		
۳ (۷/۵٪)	نه		
۲۵ (۶۲/۵٪)	یک		
۷ (۱۷/۵٪)	دو		
۲ (۵٪)	سه	سابقه تعداد عمل جراحی ستون فقرات	
۴ (۱۰٪)	چهار		
۲ (۵٪)	پنج		
۳۰ (۷۵٪)	یک (SS<35)		طبقه بندی rousouly
۱۰ (۲۵٪)	دو (SS>35)		

جدول ۲: میانگین و انحراف معیار سن، BMI، T-score و یافته‌های رادیوگرافیک بیماران نیازمند عمل جراحی مجدد ستون فقرات

Max	Min	Mean±SD	
۷۷	۵۲	۷/۷±۹۲/۶۲	سن، سال
۳۵	۲۳/۱۰	۲۸/۲۸±۲/۶	BMI، کیلوگرم بر متر مربع
۲/۴	-۳	-۸۶/۱ ± ۱/۰۶	T-score
۱۲	۱	۷/۱۲±۱۹/۲	SVA، سانتی متر
۷۵	۲۸	۵۲/۱۲±۱۰/۸۰	PI، درجه
۶۵	۶	۲۳/۴۲±۱۵/۵۶	LL، درجه
۵۸	۱	۲۹/۲۵±۱۵/۳۰	PI-LL، درجه
۴۸	۵	۲۷/۸۵±۱۰/۶۹	SS، درجه
۴۰	۹	۲۳/۸۲±۷/۶۲	PT، درجه

جدول ۳: درصد فراوانی زیرگروه‌های BMI، T-score و یافته‌های رادیوگرافیک بیماران نیازمند عمل جراحی مجدد ستون فقرات

P-value	تعداد (درصد فراوانی)	
		BMI
	۱ (۲۵٪)	چاقی شدید (35<BMI<40) (morbid obese)
	۱۴ (۳۵٪)	چاقی متوسط (30<BMI<35) (obese)
	۲۲ (۵۵٪)	اضافه وزن (25<BMI<29.9) (overweight)
	۳ (۷/۵٪)	نرمال (18.5<BMI<24.9)
		T-score
	۱۴ (۳۵٪)	استیوپروز (T-score<-2.5)
	۲۰ (۵۰٪)	استیوپنی (-2.5<T-score<-1)
	۶ (۱۵٪)	نرمال (T-score>-1)
<۰/۰۰۱		SVA
	۳۵ (۸۷/۵٪)	غیر نرمال
	۵ (۱۲/۵٪)	نرمال (SVA<5)
		PI
	۱۴ (۳۵٪)	غیر نرمال
	۲۶ (۶۵٪)	نرمال (42<PI<62)
<۰/۰۰۱		اختلاف PI و LL
	۳۵ (۸۷/۵٪)	غیر نرمال
	۵ (۱۲/۵٪)	نرمال (Difference<9)
<۰/۰۰۱		SS
	۳۴ (۸۵٪)	غیر نرمال
	۶ (۱۵٪)	نرمال (35<SS<45)
<۰/۰۰۱		PT
	۲۹ (۷۲/۵٪)	غیر نرمال
	۱۱ (۲۷/۵٪)	نرمال (PT< ۲۰)

بر اساس بررسی های ما، ۲۲ بیمار (۵۵ درصد) اضافه وزن (overweight) و ۱۴ بیمار (۳۵ درصد) چاقی متوسط (obese) داشتند. مطالعات قبلی نیز نشان می دهد که چاقی و اضافه وزن، یکی از عوامل خطر شکست در جراحی است. برای مثال Marquez و همکاران نشان دادند که شاخص توده بدنی به عنوان یک پیش بینی کننده در جهت عوارض پس از عمل و همچنین نتیجه نهایی عمل جراحی نقش دارد<sup>(۲۸)</sup>. در مطالعه ما، شایع ترین بیماری های زمینه ای، فشار خون و دیابت بودند (به ترتیب ۳۵ درصد و ۳۲/۵ درصد). بر اساس مطالعه Talbot و همکاران احتمال شکست در جراحی در افرادی که بیماری های زمینه ای دارند، بیشتر بود<sup>(۱۴)</sup>. با توجه به مسائل گفته شده، می توان با ترغیب بیماران به کاهش وزن قبل از عمل جراحی و همچنین کنترل بیماری ها و علائم آنها و رعایت نکات سلامتی و بهبود سبک زندگی بیماران، از ریسک شکست در عمل جراحی کاست. از سوی دیگر، مطالعه ما نشان داد که سن بالا فاکتوری برای پیش بینی شکست در عمل جراحی است. در صورت ایجاد سیستم های بررسی و معاینه مداوم بیماران از سنین پایین و غربالگری آنها و همچنین آموزش بیماران در جهت مراجعه هرچه سریعتر در زمان شروع بروز علائم، می توان با مدیریت بیماری در سنین پایین تر و افزایش امکان درمان موثر، از هزینه های درمانی و روانی عوارضی همچون درد مجدد و نیاز به عمل جراحی مجدد کاست.

میانگین T-score در دانسیتومتری استخوان  $1/06 \pm 1/86$  بود و در طبقه بندی بر اساس T-score، ۵۰٪ از بیماران استئوپنی داشتند. بر اساس مطالعه Watanabe و همکاران نیز در بیمارانی که دچار شکستگی مهره پس از جراحی کمر شده بودند، فراوانی استئوپنی در بیماران بالا بود<sup>(۲۷-۲۹)</sup>. همچنین در مطالعه حاضر ۳۵٪ از بیماران مبتلا به استئوپروز بودند. مطالعات نشان می دهد که ابتلا به استئوپروز، ریسک عوارض پس از عمل جراحی را افزایش می دهد و موجب شکست در جراحی و نیاز به جراحی مجدد می شود<sup>(۳۰)</sup>.

میانگین اندازه SVA برابر  $7/12 \pm 2/19$  سانتی متر با کمترین مقدار یک و بیشترین مقدار ۱۲ سانتی متر بود. اندازه SVA در ۳۵ بیمار (۸۷/۵ درصد) غیرنرمال (بالتر از ۵ سانتی متر) بود. همچنین میانگین اندازه اختلاف PI و LL برابر  $29/25 \pm 15/30$  درجه بود و اختلاف PI و LL در ۳۵ بیمار (۸۷/۵ درصد) بالاتر از ۹ درجه و غیرنرمال بود. میانگین زاویه PT برابر  $23/82 \pm 7/62$  درجه و اندازه PT در ۲۹ بیمار (۷۲/۵ درصد) غیرنرمال (بالتر از ۲۰ درجه) بود. بر اساس مطالعه Schwab و همکاران SVA بالاتر از ۴۷mm، PT بالاتر از ۲۲ درجه و اختلاف PI و LL بالاتر از ۱۱ درجه فاکتورهای نشان گر "ناتوانی شدید" در افراد هستند و افراد دارای این فاکتورهای خطر با احتمال زیاد نیازمند عمل جراحی مجدد هستند<sup>(۳۱)</sup>. همچنین در مطالعه Kim و همکاران بیمارانی که دارای SVA بالاتر و LL پس از عمل بالاتری بودند، به شکل معناداری ریسک بالاتری از ابتلا به عوارض پس از عمل جراحی مثل کایفوز جانکشنال پروگزیمال (PJK) را نشان می دادند که نیازمند عمل جراحی مجدد است<sup>(۱۲)</sup>. این

میانگین T-score در دانسیتومتری استخوان  $1/06 \pm 1/86$  بود (کمترین مقدار T-score برابر ۳- و بیشترین مقدار آن برابر  $2/40$ ) (جدول ۲). در طبقه بندی بر اساس T-score، ۲۰ بیمار (۵۰ درصد) استئوپنی و ۱۴ بیمار استئوپروز (۳۵ درصد) داشتند و سایر بیماران (۶ بیمار: ۱۵ درصد) نرمال بودند (جدول ۳).

میانگین اندازه SVA برابر  $7/12 \pm 2/19$  سانتی متر با کمترین مقدار یک و بیشترین مقدار ۱۲ سانتی متر بود. میانگین زوایای PI، LL، SS، اختلاف PI و LL و PT و کمترین و بیشترین مقدار آن ها در جدول ۲ خلاصه شده است. میانگین زاویه PI برابر  $10/80 \pm 52/12$  درجه (کمترین و بیشترین مقدار به ترتیب ۲۸ و ۷۵ درجه)، میانگین زاویه LL برابر  $15/56 \pm 23/42$  درجه (کمترین و بیشترین مقدار به ترتیب ۶ و ۶۵ درجه)، میانگین اندازه اختلاف زوایای PI و LL برابر  $15/30 \pm 29/25$  درجه (کمترین و بیشترین مقدار به ترتیب ۱ و ۵۸ درجه)، میانگین زاویه SS برابر  $10/69 \pm 27/85$  درجه (کمترین و بیشترین مقدار به ترتیب ۲ و ۴۸ درجه) و میانگین زاویه PT برابر  $7/62 \pm 23/82$  درجه (کمترین و بیشترین مقدار به ترتیب ۹ و ۴۰ درجه) بود (جدول ۲).

ما بیماران را بر اساس مقادیر نرمال SVA، PI، اختلاف PI و LL، SS و PT، به گروه های نرمال و غیر نرمال تقسیم بندی کردیم. اندازه SVA در ۳۵ بیمار (۸۷/۵ درصد) غیرنرمال بود، اندازه PI در ۱۴ بیمار (۳۵ درصد)، اختلاف PI و LL در ۳۵ بیمار (۸۷/۵ درصد)، اندازه SS در ۳۴ بیمار (۸۵ درصد) و اندازه PT در ۲۹ بیمار (۷۲/۵ درصد) غیرنرمال بود (جدول ۳) (شکل ۶-۲). اختلاف معناداری در SVA، PI، اختلاف PI و LL، SS و PT بین گروه های نرمال و غیرنرمال وجود داشت (P-value  $0/001$ ) (جدول ۳).

## بحث

زمانی که نتیجه جراحی ستون فقرات کمر انتظارات قبل از جراحی بیمار و جراح را برآورده نکند منجر به شکست در جراحی و نیاز به عمل جراحی ستون فقرات مجدد و یا پیگیری به بیمار به اشکال مختلف می شود<sup>(۲۵)</sup>. اگرچه بیش از ۵۰٪ از جراحی های اولیه ستون فقرات موفقیت آمیز است، اما بیش از ۳۰٪، ۱۵٪ و ۵٪ بیماران به ترتیب بعد از جراحی های دوم، سوم و چهارم نتیجه موفقیت آمیز را تجربه نمی کنند<sup>(۱۰-۱۲)</sup>. از این رو شناخت عوامل موثر در شکست جراحی و از بین بردن آنها ضرورت دوچندان پیدا می کند. در این مطالعه، ۴۰ بیمار نیازمند به جراحی مجدد ستون فقرات با میانگین سنی  $62/92 \pm 7/07$  سال مورد بررسی قرار گرفتند. بر اساس مطالعه سید مهدی و همکاران سن بالای ۴۰ سال یکی از عوامل خطر موثر در عود مجدد علائم، پس از جراحی است<sup>(۲۴)</sup>. با این حال در مطالعه Wang و همکاران اعلام شد که سن فاکتور تعیین کننده ای در موفقیت عمل جراحی نیست<sup>(۱۰-۱۲)</sup>. این اختلاف می تواند به علت تفاوت های جغرافیایی و ژنتیکی و همچنین تفاوت سبک زندگی در کشورهای مختلف باشد.

- 6 Kuntz KM, Snider RK, Weinstein JN, Pope MH, Katz JN. Cost-effectiveness of fusion with and without instrumentation for patients with degenerative spondylolisthesis and spinal stenosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000;25(9):1132-1139. doi: 10.1097/00007632-200005010-00015
- 7 Rosenstock L, Cullen M, Brodtkin C, Redlich C. *Clinical occupational and environmental medicine text book of*. 2nd ed. Elsevier New York; 2005. P 527.
- 8 Palmer K T. *Spinal disorders*. Palmer KT, Cox RAF, Brown I. Fitness for work. 4th ed. Oxford: university press; 2014. P:244  
https://doi.org/10.1136/oem.2007.035857
- 9 Saito S, Hoshi S, Sakai K, Chiba Y, Saito H, Hatori M, Endoh M, Arai Y. Post-laminectomy long-term survival of a patient with spinal cord compression secondary to metastatic prostate cancer. *Int J Clin Oncol*. 2004;9(6):520-522. https://doi.org/10.1007/s10147-004-0431-3
- 10 Bederman SS, Le VH, Pahlavan S. An approach to lumbar revision spine surgery in adults. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2016;24(7):433-442. doi: 10.5435/JAAOS-D-14-00181
- 11 Matsumoto T, Okuda S, Maeno T, Yamashita T, Yamasaki R, Sugiura T, Iwasaki M. Spinopelvic sagittal imbalance as a risk factor for adjacent-segment disease after single-segment posterior lumbar interbody fusion. *Journal of Neurosurgery: Spine*. 2017;26(4):435-440. doi: 10.3171/2016.9.SPINE16232
- 12 Kim HJ, Bridwell KH, Lenke LG, Park MS, Song KS, Piyaskulkaew C, Chuntarapas T. Patients with proximal junctional kyphosis requiring revision surgery have higher postoperative lumbar lordosis and larger sagittal balance corrections. *Spine*. 2014;39(9):E576-80. doi: 10.1097/BRS.0000000000000246
- 13 Walker BF. Failed back surgery syndrome. *COMSIG Rev*. 1992;1(1):3-6. PMID: PMC2050006. PMID: 17989739
- 14 Talbot L. Failed back surgery syndrome. *BMJ*. 2003;327(7421):985-986. doi: 10.1136/bmj.327.7421.985
- 15 Devulder J, Deene P, De Laat M, Van Bastelaere M, Brusselmans G, Rolly G. Nerve root sleeve injections in patients with failed back surgery syndrome: a comparison of three solutions. *Clin J Pain*. 1999;15(2):132-135. doi: 10.1097/00002508-199906000-00010
- 16 Dewing CB, Provencher MT, Riffenburgh RH, Kerr S, Manos RE. The outcomes of lumbar microdiscectomy in young, active population: correlation by herniation type and level. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008. doi: 10.1097/BRS.0b013e31815e3a42
- 17 Wang K, Hong X, Zhou Y, et al. Evaluation of transforminal endoscopic lumbar discectomy in the treatment of lumbar herniation. *Medical school of Southeast university, Int Orthop*. 2015;39: 1599-1604. doi: 10.1007/s00264-015-2747-1
- 18 Kamizono J, Matsunaga S, Hayashi K, et al. Occupational recovery after open-door type laminoplasty for patient with ossification of the posterior longitudinal ligament. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2003; 28(16):1889-1892. doi: 10.1097/01.BRS.0000083206.24176.C8
- 19 Seyedmehdi M, Attarchi M, Ghaffari M. Prognostic factors for return to work in patient with sciatica. *Asia Pac J Public Health*. 2015.

نکته نشان گر اهمیت اصلاح زوایا و برای مثال اصلاح لوردوز کمری در جراحی اول است که در مطالعه ما صورت نگرفته است.

به طور کلی فاکتورهای مرتبط با بیمار همچون سن بالا، سابقه بیماری، BMI بالا و ابتلا به استئوپنی و استیوپروز و هم چنین فاکتورهای حین عمل مثل عدم اصلاح لوردوز کمری و *sagittal balance* و اصلاح زوایا در عمل جراحی اولیه توسط می تواند موجب افزایش ریسک شکست در عمل جراحی و نیاز به عمل جراحی مجدد شود<sup>(۳۳)</sup>. بیمارانی که با این امر دست و پنجه نرم می کنند در قیاس با بیمارانی که به جراحی پاسخ خوبی می دهند دچار مشکلات جسمی و روحی متعدد و نیز کاهش کیفیت زندگی می شوند و لذا شناسایی عوامل خطر بسیار مهم است. با این حال برخی دانشمندان عقیده دارند که بازگشت علایم و یا شکست در جراحی، سیری گریزناپذیر و تدریجی در بیماران است که به واسطه افزایش سن اتفاق می افتد<sup>(۳۳)</sup>. با این حال می توان با آموزش بیماران در جهت کنترل بیماری هایی همچون چاقی و دیابت و آموزش جراحان خبره، از ریسک شکست در عمل های جراحی کاست.

### نتیجه گیری

به طور کلی فاکتورهای مرتبط با بیمار همچون سن بالا، سابقه بیماری، BMI بالا و ابتلا به استئوپنی و استیوپروز و هم چنین فاکتورهای حین عمل مثل عدم اصلاح لوردوز کمری و *sagittal balance* و اصلاح زوایا در عمل جراحی اولیه توسط می تواند موجب افزایش ریسک شکست در عمل جراحی و نیاز به عمل جراحی مجدد شود.

### منابع

- 1 Hart LG, Deyo RA, Cherkin DC. Physician office visits for low back pain. Frequency, clinical evaluation, and treatment patterns from a U.S. national survey. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1995;20(1):11-19. doi: 10.1097/00007632-199501000-00003
- 2 Cakmak A, Yücel B, Ozyalçın SN, et al. The frequency and associated factors of low back pain among a younger population in Turkey. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004;29(14):1567-1572. doi: 10.1097/01.brs.0000131432.72531.96
- 3 Stranjalis G, Tsamandouraki K, Sakas DE, Alamanos Y. Low back pain in a representative sample of Greek population: analysis according to personal and socioeconomic characteristics. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004;29(12):1355-1361. doi: 10.1097/01.brs.0000127181.59012.1c
- 4 Thomé C, Zevgaridis D, Leheta O, Bänzner H, Pöckler-Schöniger C, Wöhrle J, Schmiedek P. Outcome after less-invasive decompression of lumbar spinal stenosis: a randomized comparison of unilateral laminotomy, bilateral laminotomy, and laminectomy. *J Neurosurg Spine*. 2005;3(2):129-141. doi: 10.3171/spi.2005.3.2.0129
- 5 Zanolli G. Outcome assessment in lumbar spine surgery. *Acta Orthop Suppl*. 2005;76(318):5-47. https://doi.org/10.1080/17453674078540522

- 20 Oosterhuis T, Costa LO, Maher CG, et al. Rehabilitation after lumbar disc surgery. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014;3. doi: 10.1002/14651858.CD003007.pub3
- 21 Parker SL, Godil SS, Zuckerman SL, et al. Extent of preoperative depression is associated with return to work after lumbar fusion for spondylolisthesis. *World Neurosurg.* 2015;83(4): 608-613. doi: 10.1016/j.wneu.2014.12.018.
- 22 Ozkara Go, Ozgen M, Ozkara E, et al. Effectiveness of physical therapy and rehabilitation programs starting immediately after lumbar disc surgery. *Turk Neurosurg.* 2015; 25(3):372-379. doi: 10.5137/1019-5149.JTN.8440-13.0
- 23 Anderson JT, Haas AR, Percy R, et al. Clinical depression is a strong predictor of poor lumbar fusion outcomes among workers' compensation. *Spine (Phila Pa 1976)* 2015; 40(10): 748-756. doi: 10.1097/BRS.0000000000000863
- 24 Seyedmehdi M, Attarchi M, Ghafari M, et al. Prognostic factors for return to work after low-back disc herniation surgery. *Asia Pac J Public Health.* 2013;27(2). doi: 10.1177/1010539512471072
- 25 Waguespack A, Schofferman J, Slosar P, Reynolds J. Etiology of long-term failures of lumbar spine surgery. *Pain Med.* 2002;3:18-22. doi: 10.1046/j.1526-4637.2002.02007.x
- 26 Thomson S. Failed back surgery syndrome: definition, epidemiology and demographics. *Br J Pain.* 2013;7:56-59. doi: 10.1177/2049463713479096
- 27 Carragee EJ, Alamin TF, Miller JL, Carragee JM. Discographic, MRI and psychosocial determinants of low back pain disability and remission: a prospective study in subjects with benign persistent back pain. *Spine J.* 2005;5:24-35. doi: 10.1016/j.spinee.2004.05.250
- 28 Marquez-Lara A, Nandyala SV, Sankaranarayanan S, Noureldin M, Singh K. Body mass index as a predictor of complications and mortality after lumbar spine surgery. *Spine (Phila Pa 1976)* 2014;39:798-804. doi: 10.1097/BRS.0000000000000232
- 29 Watanabe K, Lenke LG, Bridwell KH, Kim YJ, Koester L, Hensley M. Proximal junctional vertebral fracture in adults after spinal deformity surgery using pedicle screw constructs: analysis of morphological features. *Spine (Phila Pa 1976).* 2010;35(2):138-145. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181c8f35d.
- 30 Kim HJ, Iyer S. Proximal Junctional Kyphosis. *J Am Acad Orthop Surg.* 2016;24(5):318-326. doi: 10.5435/JAAOS-D-14-00393.
- 31 Schwab FJ, Blondel B, Bess S, Hostin R, Shaffrey CI, Smith JS, Boachie-Adjei O, Burton DC, Akbarnia BA, Mundis GM, Ames CP, Kebaish K, Hart RA, Farcy JP, Lafage V; International Spine Study Group (ISSG). Radiographical spinopelvic parameters and disability in the setting of adult spinal deformity: a prospective multicenter analysis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2013;38(13): 803-812. doi: 10.1097/BRS.0b013e318292b7b9. PMID: 23722572.
- 32 Assaker R, Zairi F. Failed back surgery syndrome: to re-operate or not to re-operate? A retrospective review of patient selection and failures. *Neurochirurgie.* 2015 Mar;61 Suppl 1:S77-82. doi: 10.1016/j.neuchi.2014.10.108. Epub 2015;61(1): S77-S82. <https://doi.org/10.1016/j.neuchi.2014.10.108>
- 33 Radcliff KE, Kepler CK, Jakoi A, Sidhu GS, Rihn J, Vaccaro AR, Albert TJ, Hilibrand AS. Adjacent segment disease in the lumbar spine following different treatment interventions. *Spine J.* 2013;13(10):1339-1349. doi: 10.1016/j.spinee.2013.03.020. Epub 2013.

## بررسی مقایسه‌ای دو روش مولکولی و کشت جهت تشخیص عوامل میکروبی در بیماران مبتلا به استئومیلیت و آرتريت سپتیک

### چکیده:

**مقدمه:** عفونت از مشکلات شایع ارتوپدی، به ویژه پس از تعویض زانو است. یکی از بزرگ‌ترین خطرات پس از عمل، عفونت می‌باشد. در بیماران تصادفی یا مجروح با زخم‌های باز، عفونت از عوارض خطرناک محسوب می‌شود و نیازمند درمان طولانی‌مدت آنتی‌بیوتیکی و بستری در بیمارستان است. در بسیاری از موارد، جراحی اصلاح پروتز برای جایگزینی مفصل و دیریدمان مکرر در استئومیلیت ضروری می‌شود که این امر منجر به آسیب‌های جدی و ناتوانی بیماران می‌گردد. با توجه به مصرف خودسرانه آنتی‌بیوتیک‌ها توسط بیماران و نتایج منفی تست کشت در عفونت‌های مفصلی، این مطالعه به مقایسه دو روش مولکولی و کشت برای تشخیص عوامل میکروبی در بیماران مبتلا به استئومیلیت و آرتريت سپتیک پرداخته است.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه تحلیلی مقطعی، ۱۰۰ نمونه از بیماران مبتلا به عفونت مفصلی و استئومیلیت در یک بیمارستان با دو روش کشت میکروبی و PCR بررسی شدند. داده‌های دموگرافیک (سن و جنس)، بیماری‌های زمینهای و علائم بالینی مانند تب، لرز، تورم، ترشح، درد و محدودیت حرکتی از پرونده بیماران استخراج گردید. تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SPSS22 انجام شد.

**نتایج و بحث:** از ۱۰۰ نمونه، ۸۰ مورد در PCR و ۵۵ مورد در کشت میکروبی مثبت بودند. ۲۰٪ نمونه‌ها در PCR و ۴۵٪ در کشت منفی گزارش شدند. اختلاف معناداری بین دو روش از نظر درصد مثبت/منفی بودن مشاهده شد ( $P < 0/04$ ).

**نتیجه‌گیری:** روش مولکولی (PCR) در مقایسه با کشت، سریع‌تر و دقیق‌تر بوده و می‌تواند به درمان زودهنگام بیماران کمک کند.

**واژگان کلیدی:** آرتريت عفونی، استئومیلیت، کشت سلولی، واکنش زنجیره‌ای پلیمرز

پذیرش مقاله: ۳۶ روز قبل از چاپ

دکتر حسین عبدالهی، دکتر محمد کاظم امامی میبیدی، دکتر شهرام شیروانی بروجنی، دکتر مرتضی ایزدی، دکتر مرتضی حسینی،

دکتر سجاد محمد نبی

### مقدمه

مرکز تحقیقات تروما، دانشگاه علوم پزشکی  
بقیه الله، تهران، ایران

استئومیلیت، عفونت استخوان در نتیجه باکتریهای پیوژن و مایکوباکتریها می‌باشد، این عفونت غالباً در کودکان و بصورت هماتوژن دیده میشود. در بزرگسالان، استئومیلیت اغلب بصورت تحت حاد و مزمن میباشد و ثانویه به یک کانون عفونی مجاور و یا به علت ورود مستقیم عفونت در نتیجه جراحی و یا تروما ایجاد می‌شود<sup>(۱-۴)</sup>. بیش از ۹۵ استئومیلیتهای حاد هماتوژن تک میکروبی است و در ۵۰٪ از موارد استافیلوکوک اورئوس جدا می‌شود. بر خلاف استئومیلیت حاد، استئومیلیت مزمن اغلب چند میکروبی است و علاوه بر استافیلوکوک اورئوس، احتمال وجود باکتریهای گرم منفی و بی هوازی وجود دارد<sup>(۵)</sup>. از علائم و نشانه‌های استئومیلیت مزمن می‌توان به تخلیه چرک از خلل سینوسی بر روی استخوان درگیر، درد، تندرns و دیگر نشانه‌های التهابی در محل ضایعه و تب خفیف در برخی بیماران اشاره نمود. این بیماری دارای خصوصیات مهمی چون سیر بالینی طولانی مدت، دوره‌های طولانی مدت خاموشی، موارد عود مکرر و عوارض جدی چون دفورمیتی‌ها، محدودیت حرکتی و نقایص نورولوژیک میباشد که درمان بیماری را بسیار مشکل می‌نماید و از لحاظ اقتصادی هزینه زیادی را در بر می‌گیرد<sup>(۶،۷)</sup>. آرتريت سپتیک، ممکن است یک حمله مستقیم به فضای مفصلی توسط میکروارگانیسم‌های مختلف باشد، که بیشتر به علت باکتری‌ها ایجاد می‌شود. با این حال، ویروس‌ها، مایکوباکتریها، و قارچها نقش دارد. آرتريت واکنشی یک فرآیند التهابی استریل است که می‌تواند از یک فرآیند عفونی فوقانی مفصلی حاصل شود. باکتری پاتوژن به دلیل ماهیت مخرب در آرتريت سپتیک مهم است به همین دلیل، عدم به رسمیت شناختن و به درمان مناسب نتایج مرگباری داشته باشد<sup>(۸-۱۰)</sup>. حدود ۲۰۰۰۰ مورد از آرتريت سپتیک در هر سال (۷۰۸ مورد در هر ۱۰۰ هزار نفر در سال) در ایالات متحده رخ می‌دهد، با بروز مشابه در اروپا اتفاق می‌افتد<sup>(۴،۵)</sup>.

نویسنده مسئول:

دکتر سجاد محمد نبی

Email address:

Drsajjadmohammadnabi@gmail.com

داده می شد تا سرد شود و وقتی دمای آن به حدود ۶۰-۵۰ درجه ی سانتیگراد می رسید، زنگ DNA Green Viewer که از رنگ های بی ضرر بوده و سرطان زا نیست، اضافه می شد. به ازای هر ۱۰ سی سی از ژل ۱ میکرولیتر از رنگ باید استفاده می شد. سپس محلول ژل در سینی که قبلا شانه ی مخصوص در آن قرار داده و تنظیم شده بود ریخته می شد. پس از حدود ۱۵ دقیقه که ژل کامل بسته با خارج کردن شانه، چاهک های مورد نظر جهت Load کردن نمونه ها آماده می شد. سپس سینی حاوی ژل را به تانک مخصوص الکتروفورز منتقل کرده و تانک را با بافر TBE پر می شد تا حدی که ۳-۵ میلی متر بالاتر از ژل قرار گیرد. میزان کمتر و بیشتر بافر به ترتیب باعث خشک شدن زود هنگام ژل و دیر حرکت کردن محصولات و همچنین داغ شدن دستگاه می شود؛ اما در حالت کلی از loading dye های X6 استفاده می شود که حاوی دو رنگ بروموفنیل بلو و زایلین سیانول به همراه گلیسرول هستند. حضور گلیسرول باعث می شود که نمونه سنگین شده، به خوبی در ته چاهک قرار بگیرد و از چاهک خارج نشود. استفاده از رنگ ها نیز به دلیل ردیابی چشمی نوکلئیک اسید بر روی ژل است. باید ۱ میکرولیتر از نمونه را با ۵ میکرولیتر از این loading dye مخلوط کرده و سپس در چاهک قرار داد. پس از جمع آوری و طبقه بندی اطلاعات، تجزیه و تحلیل های آماری داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ صورت گرفت. آنالیز آماری داده ها در مورد متغیر های کمی با استفاده از آزمون تی تست و در مورد متغیر های کیفی با استفاده از آزمون کای اسکور صورت گرفت. در تمامی آزمون ها سطح معنی دار عدد ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

## نتایج

از تعداد ۱۰۰ بیمار شرکت کننده در این مطالعه ۴۶ نفر (۴۶ درصد) زن و ۵۴ نفر (۵۴ درصد) مرد بودند. افراد شرکت کننده در این مطالعه بین رنج سنی ۱۸ تا ۶۹ سال بود، میانگین سنی افراد شرکت کننده در این مطالعه ۴۳/۴۱ سال بود. آنالیز واریانس نشان داد که ارتباط بین سن افراد مورد بررسی و ابتلا به استئومیلیت و ارتريت سپتیک از نظر آماری معنی دار نبود ( $P=0/65$ ). ۷۶ نفر (۷۶ درصد) سابقه بستری داشتند و ۲۴ نفر (۲۴ درصد) سابقه بستری نداشتند. تعداد ۵۸ نفر (۵۸ درصد) بیماری زمینه ای داشتند و ۴۲ نفر (۴۲ درصد) بیماری زمینه ای نداشتند. تعداد ۵۷ نفر از بیماران دارای درگیری مفاصل بوده اند که ۱۶ درصد از این بیماران دارای درگیری هیپ، ۱۰ درصد درگیری زانو، ۷ درصد درگیری شانه، ۸ درصد درگیری آرنج، ۶ درصد درگیری مچ پا، ۶ درصد درگیری هیپ و شانه، ۴ درصد درگیری هیپ و زانو داشته اند. در بین بیماران مورد مطالعه که دارای استئومیلیت و یا ارتريت سپتیک بوده اند ۵۴ نفر دارای تب، ۴۳ نفر دارای لرز، ۶۵ نفر دارای درد، ۵۵ نفر دارای تورم، ۳۲ نفر دارای ترشح و ۳۲ نفر نیز دارای محدودیت حرکات مفاصل بوده اند. از ۱۰۰ نمونه مورد بررسی که مبتلا به استئومیلیت و یا ارتريت سپتیک بوده‌اند، ۸۰ نمونه از نظر PCR مثبت بودند و ۵۵ نمونه از نظر کشت

بروز ارتريت به علت عفونت گنوکوکی منتشر ۲۰۸ مورد در هر ۱۰۰ هزار نفر در سال است. روش های تشخیصی استئومیلیت و ارتريت سپتیک شامل کشت مایع مفصلی و PCR می باشد. مایع مفصلی نرمال روشن و بی رنگ است و زمانی که از یک سرنگ خارج می شود، یک ساختار رشته ای تولید می کند که نشان دهنده ویسکوزیته طبیعی است. مایع مفصلی آلوده معمولا زرد متمایل به سبز به دلیل افزایش میزان سلول های هسته دار و تعداد سلول است که معمولا افزایش قابل توجهی و برتری در لکوسیت پلیمورفونوکلتر دارد. یک ارزیابی از مایع سینوویال (از طریق شمارش لکوسیت، ظاهر در رنگ آمیزی گرم، بررسی میکروسکوپی) با ارزش ترین رویکرد در ارزیابی یک مفصل به طور بالقوه آلوده است. لکه ها و یا کشت مجدد باید بسته به تشخیص های افتراقی در نظر گرفته شود. تغییرات در غلظت گلوکز و پروتئین مایع سینوویال غیر اختصاصی است که این باید به طور معمول اندازه گیری نشود<sup>(۱۰-۱۲)</sup>. عفونت یکی از خطرناک ترین عوارض احتمالی می باشد که نیاز به درمان طولانی مدت آنتی بیوتیک و بستری طولانی و در بسیاری از افراد نیاز به عمل های مجدد از جمله ریویژن پروتز در تعویض مفاصل و دبیدمان های مکرر در استئومیلیت ها دارد که خود آن سبب آسیب های بسیار خطرناک در بیماران و ناتوان شدن آنها می شود با توجه به اینکه مصرف آنتی بیوتیک خودسرانه توسط بیماران درصد آزمایش کشت منفی در بیماران به عفونت مفاصل زیاد می باشد و تصمیم گرفتیم که مطالعه ای روی روش جدید مولکولی تشخیص میکروب در این بیماران و مقایسه ی آن با روش کشت داشته باشیم.

## مواد و روش‌ها

این مطالعه به روش تحلیلی مقطعی انجام شد، جامعه پژوهش بیماران بستری در بیمارستان بقیه الله (عج) با تشخیص عفونت مفاصل و استخوان بود. حجم مطالعه بر اساس فرمول حجم نمونه تعداد ۱۰۰ نفر در نظر گرفته شد. روش نمونه گیری به صورت در دسترس بود. بعد از انتخاب حجم نمونه و بیماریابی ۱۰۰ نمونه از بیماران بستری در بیمارستان بقیه الله با تشخیص عفونت مفاصل و استئومیلیت که هر دو به روش کشت میکروبی و PCR بر روی آن ها انجام شده بود، بررسی شدند. متغیرهایی از جمله سن، جنس و علائم بالینی مثل تب، لرز، تورم، ترشح و درد و محدودیت حرکت مفصل بر اساس سوابق بیماران درج شده در پرونده آن ها استخراج شد. کیت های مورد استفاده در این مطالعه به شرح ذیل بود: Multiplex: کیت master diagnostic از کشور اسپانیا، Culture: کیت rousha از کشور آلمان Antibiogram: کیت انگلیس از شرکت پادتن طب ایران، در نهایت برای انجام کار از ژل آگارز ۲ درصد استفاده شد. بدین منظور طبق حجم تانک الکتروفورز و سینی مخصوص ژل، مقدار مطلوب از پودر آگارز را در بافر TBE حل کرده و با استفاده از دستگاه مایکروویو حرارت داده و طی چند مرحله خوب مخلوط تا آگارز کاملا حل و یکنواخت و شفاف شود. در مرحله بعدی به این محلول زمان

معمول مشکوک می شوند، احتمال عدم تشخیص از طریق کشت سلولی بیشتر شده و احتمال موربیتی و مورتالیتی بیمار افزایش می یابد. از طرف دیگر مدت زمان آماده شدن کشت سلولی چند روز طول می کشد. در حالی که مطالعات اخیر نشان داده بعضی از گونه ها مانند کلید ویلا در محیط کشت عادی رشد نمی کنند ولی امکان تشخیص آن ها در PCR بسیار بالا می باشد و روش جایگزین برای کشت می تواند باشد. از طرفی PCR مدت زمان این تشخیص را به ۳ ساعت کاهش می دهد. بطور کلی PCR مدت زمان تشخیص را به ۳ ساعت کاهش می دهد. بطور کلی PCR به نسبت کشت میکروبی روشی دقیق تر و حساسیت بالاتر برای تشخیص عوامل عفونی می باشد لذا استفاده از آن در موارد بیماری های استئومیلیت و همچنین ارتريت سپتیک می تواند در تشخیص بیماری و همچنین عوامل عفونی کمک شایانی نموده و در نهایت به درمان به موقع و موثر بیماران کمک نماید که می تواند موجب کاهش مرگ و میر در این بیماران و کاهش هزینه های جانبی برای نظام سلامت گردد. اصولا دقت PCR به عوامل متعددی از جمله به مقدار DNA موجود در نمونه بالینی و به تعداد باکتری های زنده یا مرده موجود در آن بستگی دارد. همچنین عوامل مهار کننده PCR مانند هموگلوبین نیز در دقت آن تاثیر گذار می باشد. بر اساس نتایج این مطالعه PCR می تواند در تشخیص سریع بیماری موثر باشد و موارد منفی کاذب آن قابل توجه نبوده است (حساسیت PCR در مطالعه حاضر ۸۰ درصد بود). کم بودن دقت تام PCR را می توان به اشتباه های تکنیکی، عدم کارائی مواد شیمیائی مصرفی، کم بودن مقدار DNA در نمونه، مزمن شدن بیماری و نیز مصرف قبلی آنتی بیوتیک ها نسبت داد. در تمام این موارد جواب آزمایش PCR می تواند منفی کاذب شود. اختصاصی بودن PCR در روشهای مختلف در نمونه های خارج ریوی زیاد می باشد. برای مثال نمونه هایی که به وسیله PCR قابل انجام است، مایع نخاع، مایع پلور و مایع آسیت می باشد.

به وسیله انواعی از PCR مقاومت دارویی را خیلی سریع در نمونه های خلط اسمیر مثبت و یا از نمونه های قبلا کشت داده شده می توان تشخیص داد. همچنین PCR و روش های مولکولی می توانند در زمانی که بدنبال عوامل عفونی ای هستیم که قابلیت کشت میکروبی را ندارند می تواند بسیار مفید بوده و موجب تشخیص هر چه سریعتر این عوامل شده و در نهایت می تواند موجب درمان به موقع بیماران مبتلا گردد. بعنوان مثال مایکوباکتریوم لیرا عامل بیماری جذام قابل کشت نمی باشد و تشخیص با دیدن باسیل اسید فست و یا تغییرات هیستوپاتولوژیک می باشد در صورتی که PCR بتواند DNA مایکوباکتریوم لیرا را نشان دهد احتیاج به آزمایش دیگری نبوده و می توان درمان را شروع کرد<sup>(۱۳)</sup> در نتیجه استفاده از روش های مولکولی در این موارد و مواردی که کشت میکروبی نتواند موجب تشخیص عامل عفونی گردد می تواند بسیار مفید و کمک کننده باشد. که همانطوری که در مطالعه حاضر نیز نشان داده است، استفاده از این روش مولکولی می تواند موجب تشخیص مواردی از عوامل عفونی گردد که با استفاده از روش کشت قابل شناسایی نبوده یا منفی کاذب را نشان می دهد.

میکروبی نیز مثبت بودند. از طرفی ۲۰ درصد از نمونه ها از نظر تست PCR منفی و ۴۵ درصد نیز از نظر بررسی های کشت میکروبی منفی بوده اند. نتایج آنالیز نشان می دهد که بین دو روش مورد بررسی از نظر درصد مثبت یا منفی بودن تست تفاوت معنی داری وجود دارد ( $P < 0/04$ ). بطوری که در روش PCR درصد نمونه هایی که از نظر عوامل عفونی مثبت شده اند بیشتر از روش کشت میکروبی بوده است که این تفاوت از نظر آماری معنی دار بوده است. همچنین درصد منفی بودن نمونه های مورد بررسی از نظر عوامل عفونی برای بیماران تحت ارزیابی با استفاده از تست PCR کمتر از کشت میکروبی بوده است که این تفاوت نیز معنی دار می باشد (جدول ۱).

**جدول ۱: تعیین درصد آزمایش منفی و مثبت در روش PCR و روش کشت**

P value	درصد مثبت	درصد منفی	نوع آزمایش
$P < 0/04$	۸۰	۲۰	PCR
	۵۵	۴۵	کشت

با توجه به اینکه همه نمونه ها از بیماران مبتلا به استئومیلیت و ارتريت سپتیک گرفته شده است مواردی که توسط تست PCR و کشت میکروبی تشخیص داده نشده جز منفی کاذب در نظر گرفته شده اند. بطوری که وجود منفی کاذب با استفاده از تست PCR بسیار کمتر از منفی کاذب با استفاده از روش کشت میکروبی بوده است. بطوری که این تفاوت از نظر آماری معنی دار بود (جدول ۲).

**جدول ۲: تعیین درصد منفی کاذب در دو روش PCR و کشت میکروبی**

P value	درصد مثبت	درصد منفی	نوع آزمایش
$P < 0/04$	۸۰	۲۰	PCR
	۵۵	۴۵	کشت

با توجه به اینکه در روش PCR ۸۰ درصد از نمونه ها مثبت شده اند حساسیت این روش در مطالعه ما ۸۰ درصد بوده است و این حساسیت برای روش کشت میکروبی نیز ۵۵ درصد می باشد. از آنجایی که تست PCR توانسته است ۸۰ درصد از نمونه های بیمار را مثبت تشخیص دهد این روش نسبت به روش کشت میکروبی دارای دقت بالاتری برای تشخیص بیماران مبتلا به استئومیلیت و ارتريت عفونی می باشد.

## بحث

در مطالعات اخیر گزارش شده است که پاتوژن عفونی در بسیاری از موارد کشت منفی می شود، این بدان معناست که محیط کشت مورد استفاده نمی تواند عوامل میکروبی را شناسایی نماید زمانی که به پاتوژن های غیر

عفونی داشته باشد که نتایج حاصل از این مطالعات با نتایج حاصل از مطالعه‌ی حاضر همراستا بوده که نشان داده شد استفاده از روش مولکولی می‌تواند عوامل عفونی را بیشتر از روش کشت تشخیص بدهد. در نتیجه استفاده از این روش می‌تواند کمک شایانی به درمانگر نموده تا بتواند در زمان مناسب درمان‌های مناسب را انجام داده و در نهایت میزان مرگ و میر را کاهش داده و همچنین ایجاد هزینه‌های اضافی برای نظام سلامت را کم نماید.

### نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این تحقیق روش مولتی پلکس پی سی آر می‌تواند جهت تشخیص سریع و همزمان باکتری‌های مختلف بخصوص در بیماران مبتلا به استئومیلیت و ارتريت سپتیک مورد استفاده قرار گیرند. این مطالعه می‌تواند ابزاری برای تشخیص سریع، دقیق برای ردیابی این باکتری‌ها فراهم نماید. حساسیت این روش بسیار بالا است، به طوری که قادر است یک نوع باکتری را در بین هزاران نوع باکتری متفاوت تشخیص دهد، انجام این روش بسیار ساده است و با توجه به اینکه به طور همزمان صورت می‌گیرد نیاز به انجام PCR های متعدد جهت تشخیص هر عامل به طور جداگانه نمیباشد. انجام PCR ترکیبی جهت تشخیص سریع و همزمان چند عامل در نمونه‌های مجهول از مزایای ارزشمند این روش می‌باشد. بطور کلی نتایج حاصل از این مطالعه در مقایسه دو روش مولکولی و کشت جهت تشخیص عوامل میکروبی در بیماران مبتلا به استئومیلیت و ارتريت سپتیک نشان می‌دهد که روش مولکولی روشی سریع تر و دقیق تر نسبت به روش کشت میکروبی بوده و استفاده از این روش می‌تواند کمک شایانی برای درمان زودهنگام در این بیماران نماید.

### منابع

- Concia E, Prandini N, Massari L, Ghisellini F, Consoli V, Menichetti F, et al. Osteomyelitis: clinical update for practical guidelines. Nuclear medicine communications. 2006;27(8):645-660. doi.org/10.1097/00006231-200608000-00007
- Gross T, Kaim AH, Regazzoni P, Widmer AF. Current concepts in posttraumatic osteomyelitis: a diagnostic challenge with new imaging options. Journal of Trauma and Acute Care Surgery. 2002;52(6):1210-1219. DOI: 10.1097/00005373-200206000-00032
- Calhoun JH, Manning MM. Adult osteomyelitis. Infectious Disease Clinics. 2005;19(4):765-786. DOI: 10.1016/j.idc.2005.07.009
- Courjon J, Lemaigen A, Ghout I, Therby A, Belmatoug N, Dinh A, et al. Pyogenic vertebral osteomyelitis of the elderly: Characteristics and outcomes. PLoS One. 2017;12(12):e0188470. DOI: 10.1371/journal.pone.0188470
- Peltola H, Pääkkönen M. Acute osteomyelitis in children. New England Journal of Medicine. 2014;370(4):352-360. DOI: 10.1056/NEJMra1213956

همچنین انواع PCR می‌توانند عوامل هیپاتیت B، هیپاتیت C، HIV، HSV، سائتومگالوویروس‌ها و انتروویروس‌ها را شناسایی کنند از این تست جهت غربالگری و پیگیری پاسخ به درمان نیز می‌توان استفاده نمود. در بانک‌های خون نیز برای شناسایی هیپاتیت C و HIV از این تست استفاده می‌شود، در حال حاضر استاندارد طلایی تشخیص آنسفالیت و مننژیت ناشی از HSV با حساسیت ۹۵ درصد و اختصاصی بودن ۹۴ درصد، PCR مایع نخاع می‌باشد و با این آزمایش می‌توان از بیوپسی مغز جلوگیری نمود<sup>(۱۴-۱۶)</sup>. در نتیجه استفاده از روش‌های مولکولی می‌تواند برای تشخیص عوامل عفونی ویروسی نیز مفید باشد. از PCR می‌توان برای تشخیص CMV، در پلاسما و مایع نخاعی نیز می‌توان استفاده نمود که حساسیت آن حدود ۹۵-۹۸ درصد و اختصاصی بودن آن ۹۸-۱۰۰ درصد می‌باشد. در حالی که حساسیت کشت CMV حدود ۴۲ درصد می‌باشد. انترو ویروس‌ها یکی از شایع‌ترین علل مننژیت ویرال بوده و با PCR در عرض یک روز می‌توان آن را در مایع نخاع شناسایی نمود در حالی که کشت آن پنج روز طول می‌کشد. همچنین برای پیگیری پاسخ به درمان از PCR کمی که تعداد ویروس را مشخص می‌کند در بیماری‌های CMV، HIV، HCV، می‌توان استفاده نمود<sup>(۱۷،۱۸)</sup>. برای تشخیص عفونت‌های HSV و تعیین سروتایپ آن می‌توان به کمک PCR نمونه‌های بزاق، سرم و یا مایع مغزی نخاعی را آزمایش نمود. به کمک PCR توانسته‌اند ثابت کنند که HSV 2 عامل اصلی مننژیت لنفوسیتیک عودکننده خوش‌خیم است. ویروس واریسلا زوستر را نیز می‌توان به کمک PCR از بزاق، حلق، اشک و بثورات پوستی جدا نمود و اهمیت آن در این است که در مراحل خیلی ابتدایی بیماری می‌توان ویروس را در ضایعات وزیکولر و حتی نواحی اریتماتو غیر وزیکولر تشخیص داد. همچنین تشخیص سارکوم کاپوسی گاهی مشکل ولی به کمک PCR و با حساسیت و اختصاصی بودن خیلی زیاد می‌توان هرپس ویروس انسانی تیپ ۸ را در ضایعات تشخیص داد. همچنین انگل‌های متعددی توسط PCR قابل شناسایی می‌باشند، مانند آسکاریس، توکسوپلاسما، لیشرمانیا می‌باشد<sup>(۱۹،۲۰)</sup>.

حتی قبل از تولد نیز می‌توان به کمک PCR آلودگی جنین به توکسوپلاسما را تشخیص داد<sup>(۲۱)</sup> و از نمونه‌های مختلف بدن مانند خون، مایع آمنیوتیک، مدفوع و غیره برای تشخیص آلودگی به این انگل استفاده کرد<sup>(۲۲)</sup>. همچنین هینباج و شوام در مطالعات خود برای بررسی ژنوم باکتری پرسینیا پستیس در تحت گونه‌های مختلف آسیا، آفریقا و آمریکا از پرایمرهای ژن pla جهت شناسایی قطعی باکتری استفاده کردند و نتایج تحقیقات آنها نشان داد که انجام واکنش PCR در جهت نیل به اهداف تشخیصی و کنترلی بیماری و بررسی‌های اپیدمیولوژی قابل استناد است. تفاوت با آزمایش حاضر در این است که روش مورد استفاده تنها یونی پلکس پی سی آر است؛ اما تحقیق ما روش مولتی پلکس پی سی آر استفاده شده که باعث صرفه جویی در زمان و مواد مورد استفاده و تشخیص گونه‌های مختلف باکتری‌ها همزمان با هم شده است<sup>(۲۳)</sup>. بطور کلی نتایج اکثر مطالعات نشان دهنده‌ی این موضوع می‌باشند که استفاده از روش‌های مولکولی می‌تواند تاثیر بسزایی در تشخیص انواع عوامل

- 6 Belthur MV, Birchansky SB, Verdugo AA, Mason Jr EO, Hulten KG, Kaplan SL, et al. Pathologic fractures in children with acute *Staphylococcus aureus* osteomyelitis. *JBJS*. 2012;94(1):34-42. DOI: 10.2106/JBJS.J.01915
- 7 Walter G, Kemmerer M, Kappler C, Hoffmann R. Treatment algorithms for chronic osteomyelitis. *Deutsches Ärzteblatt International*. 2012;109(14):257. DOI: 10.3238/arztebl.2012.0257
- 8 Kremers HM, Nwojo ME, Ransom JE, Wood-Wentz CM, Melton III LJ, Huddlestone III PM. Trends in the epidemiology of osteomyelitis: a population-based study, 1969 to 2009. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2015;97(10):837. DOI: 10.2106/JBJS.N.01350
- 9 Tseng C-H, Huang W-S, Muo C-H, Kao C-H. Increased risk of dementia among chronic osteomyelitis patients. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*. 2015;34(1):153-159. DOI: 10.1007/s10096-014-2200-1
- 10 Hassan AS, Rao A, Manadan AM, Block JA. Peripheral bacterial septic arthritis: review of diagnosis and management. *JCR: Journal of Clinical Rheumatology*. 2017;23(8):43. DOI: 10.1097/RHU.0000000000000588
- 11 Jordanov MI, Block JJ, Gonzalez AL, Green NE. Transarticular spread of Ewing sarcoma mimicking septic arthritis. *Pediatric radiology*. 2009;39(4):381-384. DOI: 10.1007/s00247-008-1124-2
- 12 Jaramillo D, Dormans JP, Delgado J, Laor T, St Geme III JW. Hematogenous osteomyelitis in infants and children: imaging of a changing disease. *Radiology*. 2017;283(3):629-643. DOI: 10.1148/radiol.201715192
- 13 Kumar R, KAgarwal K, Behera A. Positron Computed Emission Tomography: Tomography-Does It Have a Role in Tuberculosis? *Imaging in Tuberculosis: Clinicopathological Correlation*. 2019. DOI 10.1093/infdis/jiad425
- 14 Clarke JR, McClure MO. HIV-1 viral load testing. *Journal of Infection*. 1999;38(3):141-146. DOI: doi.org/10.1093/infdis/jiad425
- 15 Abe A, Inoue K, Tanaka T, Kato J, Kajiyama N, Kawaguchi R, et al. Quantitation of hepatitis B virus genomic DNA by real-time detection PCR. *J Clin Microbiol*. 1999;37(9):2899-2903. DOI: 10.1128/JCM.37.9.2899-2903.1999
- 16 Di Alberti L, Piattelli A, Artese L, Favia G, Porter SR, Scully CM, et al. Human herpesvirus 8 variants in sarcoid tissues. *The Lancet*. 1997;350(909).DOI 10.1016/s0140-6736(97)10102-7
- 17 Thorén A, Widell A. PCR for the diagnosis of enteroviral meningitis. *Scandinavian journal of infectious diseases*. 1994;26(3):249-254. DOI: 10.3109/00365549409011792
- 18 Cooper RJ, Yeo AC, Bailey AS, Tullo AB. Adenovirus polymerase chain reaction assay for rapid diagnosis of conjunctivitis. *Investigative ophthalmology & visual science*. 1999;40(1):90-95.
- 19 Carlsgrat J, Roepstorff A, Nejsum P. Multiplex PCR on single unembryonated *Ascaris* (roundworm) eggs. *Parasitology research*. 2009;104(4):939-943. DOI: 10.1007/s00436-008-1307-7
- 20 Fazaeli A, Fouladi B, HASHEMI SS, Sharifi I. Clinical features of cutaneous leishmaniasis and direct pcrbased identification of parasite species in a new focus in Southeast of Iran. 2008;37(3):44-51.
- 21 Vidigal PVT, Santos DVV, Castro FC, Couto JCdF, Vitor RWdA, Brasileiro Filho G. Prenatal toxoplasmosis diagnosis from amniotic fluid by PCR. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*. 2002;35(1):1-6. DOI: 10.1590/s0037-86822002000100001
- 22 Vidal JE, Colombo FA, de Oliveira ACP, Focaccia R, Pereira-Chiocola VL. PCR assay using cerebrospinal fluid for diagnosis of cerebral toxoplasmosis in Brazilian AIDS patients. *Journal of Clinical Microbiology*. 2004;42(10):4765-4768. DOI: 10.1128/JCM.42.10.4765-4768.2004
- 23 Hinnebusch J, Schwan T. New method for plague surveillance using polymerase chain reaction to detect *Yersinia pestis* in fleas. *Journal of clinical microbiology*. 1993;31(6):1511-1514. DOI: 10.1128/jcm.31.6.1511-1514.1993

## تأثیر جراحی تعویض کامل مفصل لگن بر تغییرات بالینی و رادیولوژیک راستای ساژیتال ستون فقرات (یک مطالعه گذشته‌نگر)

### چکیده:

**مقدمه:** استئوآرتریت مفصل لگن یک بیماری شایع است که ۱۰-۱۵٪ از افراد بالای ۶۰ سال را تحت تأثیر قرار می‌دهد و موجب درد و ناراحتی شدید می‌شود. درد کمر نیز در سالمندان شیوع بالایی دارد. سندرم لگن-ستون فقرات شامل رابطه بین دردهای ستون فقرات و بیماری‌های مفصل لگن و تغییرات پس از جراحی بازسازی لگن، به‌ویژه تعویض کامل مفصل لگن است. تأثیر این جراحی بر ساختار بیومکانیکی ستون فقرات و لگن به‌طور کامل شناخته نشده است. این مطالعه تغییرات معیارهای بالینی و رادیولوژیک راستای ساژیتال ستون فقرات را پس از تعویض کامل مفصل لگن بررسی می‌کند.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه، ۱۵ بیمار که تحت تعویض کامل مفصل لگن در یک بیمارستان قرار گرفتند، از نظر معیارهای رادیولوژیک ( Sacral Slope، لوردوز کمری و فاصله S1-L1) و معیارهای بالینی شامل درد کمر (PSFS)، سطح فعالیت روزمره (PSEQ) و دامنه حرکت فلکسیون مفصل هیپ قبل و ۳ ماه پس از عمل ارزیابی شدند.

**نتایج و بحث:** تغییرات رادیولوژیک پس از جراحی معنادار نبود، اما کاهش درد کمر ( $1/1 \pm 5/01$ ،  $P < 0/001$ )، افزایش سطح فعالیت ( $7/11 \pm 23/47$ ،  $P < 0/001$ ) و بهبود دامنه فلکسیون مفصل هیپ ( $19/62 \pm 38/66$ ،  $P < 0/001$ ) مشاهده شد. همچنین، بیماران با BMI بالاتر، بهبود فعالیت کمتری داشتند ( $P = 0/047$ ).

**نتیجه‌گیری:** تعویض کامل مفصل لگن باعث کاهش درد کمر، بهبود فعالیت و افزایش دامنه حرکتی فلکسیون هیپ می‌شود، اما این تغییرات با معیارهای رادیولوژیک راستای ساژیتال مرتبط نیستند.

**واژگان کلیدی:** ستون فقرات، درد کمر، آرتروپلاستی کامل مفصل ران

پذیرش مقاله: ۴۰ روز قبل از چاپ

دکتر حمید حصارى کیا،<sup>۱</sup> دکتر عباس حسین پور آذرى،<sup>۱</sup> دکتر مهدى حسینی امیرآباد،<sup>۱</sup> دکتر مهدى عباس زاده،<sup>۱</sup> دکتر محسن مطلبی،<sup>۱</sup> دکتر محمد قلم فرسا،<sup>۱</sup> دکتر علیرضا شاکری صفت،<sup>۱</sup> دکتر امیرحسین غزاله،<sup>۱</sup> دکتر محمدکاظم امامی میبدی

### مقدمه

استئوآرتریت مفصل لگن یکی از شایعترین بیماریهای مفصلی در افراد مسن است که ۱۰-۱۵ درصد از افراد بالای ۶۰ سال را در سراسر جهان درگیر می‌کند<sup>(۱)</sup>. این بیماری نه تنها باعث درد و ناتوانی شدید در ناحیه لگن میشود، بلکه اغلب با دردهای ستون فقرات کمر نیز همراه است. دردهای کمر در افراد مسن شیوع بالایی دارد و در بسیاری از موارد، با مشکلات مفصل لگن همپوشانی پیدا میکند. این همزمانی مشکلات لگن و ستون فقرات به عنوان سندرم لگن-ستون فقرات شناخته میشود که به طور شایع پس از جراحی تعویض کامل مفصل لگن (THA) رخ میدهد<sup>(۲)</sup>.

جراحی THA یکی از موثرترین روشهای درمانی برای کاهش درد و بهبود عملکرد بیماران مبتلا به استئوآرتریت پیشرفته مفصل لگن است. با این حال، تأثیرات این جراحی بر ساختار بیوفیزیکی لگن و ستون فقرات و ارتباط آن با درد و عملکرد بیماران به طور کامل شناخته نشده است. مطالعات نشان داده‌اند که تغییرات پس از جراحی، مانند اصلاح دفورمیتتها و آزادسازی چسبندگیها، میتواند بر راستای ساژیتال ستون فقرات و عملکرد عضلات اطراف لگن تأثیر بگذارد. این تغییرات ممکن است باعث بهبود یا تشدید درد کمر و محدودیتهای حرکتی بیماران شود<sup>(۳)</sup>. مطالعات متعددی به بررسی تأثیرات جراحی THA بر درد و عملکرد بیماران پرداخته‌اند. برخی از این مطالعات نشان داده‌اند که بهبود درد لگن پس از جراحی THA ممکن است با کاهش درد کمر همراه باشد<sup>(۴،۵)</sup>. با این حال، مطالعات دیگر گزارش کرده‌اند که تغییرات راستای ستون فقرات پس از جراحی THA نتایج ضد و نقیضی مشاهده کرده‌اند<sup>(۶)</sup>.

علاوه بر این، ارتباط بین تغییرات رادیولوژیک راستای ساژیتال ستون فقرات و درد کمر پس از جراحی THA به طور کامل بررسی نشده است.

۱. مرکز تحقیقات تروما، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله، تهران، ایران  
۲. کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله (عج)، تهران، ایران

نویسنده مسئول:

دکتر محمدکاظم امامی میبدی

Email address:

Dr.Mkemmamimeybodi@gmail.com

تمامی عمل‌های جراحی THA توسط جراحان مجرب هیپ در بیمارستان بقیه‌الله (عج) و با استفاده از اپروچ لترال یا آنتروترال انجام شد. مراقبت‌های پس از عمل (شامل تجویز آنتی‌بیوتیک، آنتی‌کواگولانت، مسکن‌ها، فیزیوتراپی و آموزش بیماران) به صورت یکسان برای تمام بیماران اعمال شد. بیماران در زمان‌های مشخص (دو هفته و سه ماه پس از عمل) ویزیت شدند. در این ویزیت‌ها، پرسشنامه‌های PSEQ و PSFS تکمیل شدند و محدوده حرکت فلکسیون مفصل هیپ اندازه‌گیری شد. رادیوگرافی‌های لگن و ستون فقرات نیز در این زمان‌ها انجام شد.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ تحلیل شدند. از آزمون‌های توصیفی برای تحلیل معیارهای رادیولوژیک، درد و عملکرد استفاده شد. آزمون T زوجی برای مقایسه میانگین‌ها قبل و پس از عمل و آزمون‌های همبستگی و رگرسیون برای بررسی ارتباط بین متغیرهای سن، BMI و جنسیت با معیارهای رادیولوژیک و عملکردی به کار رفت.

این مطالعه با رعایت بیانیه هلسینکی و تأیید کمیته اخلاق پژوهش دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله (عج) انجام شد (کد اخلاق IR.BMSU.REC.1397.012). رضایت آگاهانه از تمام بیماران اخذ شد و اطلاعات شخصی آن‌ها به صورت محرمانه نگهداری شد.

در این مطالعه ۱۵ نفر از افراد که تحت جراحی THA در بیمارستان بقیه‌الله (عج) قرار گرفته بودند تحت بررسی از نظر معیارهای رادیولوژیک راستای ساژیتال ستون فقرات و نیز معیارهای بالینی درد و فعالیت روزمره و محدوده حرکت فلکسیون مفصل هیپ قبل و ۳ ماه پس از جراحی قرار گرفتند.

## نتایج

۷ نفر از شرکت‌کنندگان (۴۶/۷ درصد) مرد و ۸ نفر (۵۳/۳ درصد) زن بودند. حداقل سن شرکت‌کنندگان ۴۵ سال و حداکثر سن ۷۶ سال و میانگین سنی آنها  $7/41 \pm 63/27$  سال بود. میانگین BMI شرکت‌کنندگان  $24/15 \pm 2/28$  با حداقل  $20/86$  و حداکثر  $29/48$  بود.

مقادیر میانگین و انحراف معیار معیارها رادیولوژیک راستای ساژیتال ستون فقرات شرکت‌کنندگان قبل و بعد از عمل بررسی شد و با کمک تست آمار Paired Samples Test تغییرات معیارها رادیولوژیک راستای ساژیتال ستون فقرات قبل و پس از عمل مقایسه شد (جدول ۱). همان گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود میانگین ساکرال اسلوپ و لوردوز کمر پس از عمل افزایش و فاصله محور S1-L1 کاهش یافته است ولی تغییرات هیچ یک از این معیارها از لحاظ آماری معنی‌دار نبوده است.

همچنین مقادیر میانگین و انحراف معیار امتیازات به دست آمده از دو پرسشنامه PSFS و پرسشنامه PSEQ و میزان دامنه حرکت فلکسیون مفصل هیپ (Hip ROM) قبل و بعد از عمل بررسی شدند و با کمک تست آمار Paired Samples Test تغییرات امتیازات به دست آمده قبل و بعد از عمل مقایسه شدند (جدول ۲). همان گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود میانگین امتیاز PSEQ پس از عمل افزایش یافته است. میانگین امتیاز PSFS پس از عمل کاهش یافته است و ROM هیپ پس

برخی مطالعات نشان داده‌اند که تغییرات در ساکرال اسلوپ و لوردوز کمر ممکن است بر عملکرد بیماران تأثیر بگذارد. تحقیقات نشان داده‌اند که بهبود در راستای ساژیتال ممکن است با کاهش درد کمر و بهبود عملکرد بیماران همراه باشد<sup>(۷،۸)</sup>. علیرغم پیشرفت‌های اخیر در جراحی THA، شکاف‌های قابل توجهی در درک تأثیرات این جراحی بر درد و عملکرد بیماران وجود دارد. به ویژه، مطالعات کمی به بررسی همزمان تغییرات بالینی (مانند درد و عملکرد) و رادیولوژیک (مانند راستای ساژیتال ستون فقرات) پس از جراحی THA پرداخته‌اند. این موضوع اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا درک بهتر این ارتباطات می‌تواند به بهبود برنامه‌های درمانی و افزایش کیفیت زندگی بیماران کمک کند.

هدف اصلی این مطالعه بررسی تغییرات معیارهای بالینی درد کمر و رادیولوژیک راستای ساژیتال ستون فقرات پس از جراحی THA در بیماران مبتلا به استئوآرتریت مفصل لگن است. اهداف اختصاصی شامل بررسی تغییرات ساکرال اسلوپ، لوردوز کمر، فاصله محور S1-L1 و معیارهای بالینی درد و عملکرد بیماران پس از جراحی است. این مطالعه با بررسی همزمان تغییرات بالینی و رادیولوژیک، تلاش می‌کند تا درک بهتری از تأثیرات جراحی THA بر درد و عملکرد بیماران ارائه دهد و راهکارهای درمانی موثرتری را برای بهبود کیفیت زندگی این بیماران پیشنهاد کند.

## مواد و روش‌ها

این مطالعه به صورت توصیفی گذشته‌نگر بر روی ۱۵ بیمار کاندید جراحی انتخابی تعویض کامل مفصل لگن یک طرفه در بیمارستان بقیه‌الله (عج) در سال ۱۳۹۷ انجام شد. بیماران از میان مراجعه‌کنندگان به درمانگاه ارتوپدی بیمارستان انتخاب شدند. حجم نمونه بر اساس مطالعات مشابه تعیین شد و در صورت عدم دستیابی به حجم نمونه مورد نظر، از روش Bootstrap با حداقل حجم نمونه ۱۰ نفر در هر گروه برای تحلیل داده‌ها استفاده می‌شد.

بیماران به صورت تصادفی با استفاده از روش اعداد تصادفی انتخاب شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل اندیکاسیون‌های استاندارد برای انجام THA بر اساس کتاب مرجع ارتوپدی کمپل بود. معیارهای خروج از مطالعه عبارت بودند از: سابقه جراحی قبلی در مفصل هیپ یا ستون فقرات، اختلالات نوروماسکولار، سابقه شکستگی در ناحیه هیپ یا ستون فقرات، عفونت فعال در مفصل هیپ یا سایر نقاط بدن، چاقی مفرط ( $BMI \geq 40$ ) و عدم تمایل بیمار به مشارکت در مطالعه. در صورت بروز عوارض شدید پس از عمل یا نیاز به اقدامات درمانی در ستون فقرات، بیمار از مطالعه خارج می‌شد.

بررسی‌های پیش از عمل شامل آزمایشات خون (الکترولیت‌ها، CBC، تست‌های عملکرد کلیه، قند ناشتا و در صورت ابتلا به دیابت، HbA1C) و آزمایشات ارذار (آنالیز و کشت) طبق پروتکل‌های استاندارد انجام شد. مشاورات لازم (قلب، بیهوشی و سایر موارد) نیز برای تمام بیماران انجام گرفت. رادیوگرافی‌های قبل از عمل شامل رخ و نیم‌رخ لگن و ستون فقرات لومبوساکرال به صورت ایستاده با آمادگی روده‌ای انجام شد.

## بحث

این مطالعه جهت بررسی تغییرات معیارهای بالینی و رادیولوژیک راستای ساژیتال ستون فقرات پس از تعویض کامل مفصل لگن در بیمارستان بقیه‌الله در سال ۱۳۹۷ انجام شد. نتایج نشان داد میانگین تغییرات ساکرال اسلپ  $9/08 \pm 1/89$  درجه، لوردوز کمری  $1/95 \pm 1/98$  درجه و فاصله S1-L1 برابر  $1/66 - 12/61 \pm$  میلی‌متر بود که هیچ‌یک از نظر آماری معنادار نبودند. این نتایج با مطالعات آقای رادکلیف و آقای ایازوف که تغییری معنادار در راستای ساژیتال پس از THA نیافتند، همخوانی دارد<sup>(۹،۱۰)</sup>.

تغییرات درد کمر پس از جراحی با پرسشنامه PSFS بررسی شد. میانگین تغییرات  $5/01 \pm 1/1$  از  $10$  امتیاز بود که با  $P < 0/001$  معنادار بود و کاهش درد بیماران از  $7/47$  به  $2/4$  را نشان داد. نتایج مشابه در مطالعه آقای بن گالیم (کاهش از  $40/5$  به  $3/68$ ) و مطالعه آقای ایازوف (کاهش از  $6$  به  $3$ ) مشاهده شد<sup>(۵،۱۰)</sup>.

از عمل به طور میانگین  $38/66$  درجه افزایش یافته است و تغییرات هر سه معیار فوق از لحاظ آماری معنی دار بوده است ( $P < 0/001$ ).

با انجام تست correlation بین متغیرها مستقل کمی (BMI و سن) و تغییرات معیارها رادیولوژیک و بالینی تنها رابطه معنی دار آمار مطابق داده‌ها ذیل به دست آمد و سایر ارتباطات از لحاظ آمار به دست نیامد. سن و تغییرات لوردوز لومبار رابطه همبستگی معنی دار آمار ( $p = 0/024$ ) با ضریب پیرسون  $0/58$  داشتند. BMI و تغییرات PSEQ رابطه همبستگی معنی دار آمار ( $p = 0/047$ ) با ضریب پیرسون  $-0/52$  داشتند. تغییرات ساکرال اسلپ و تغییرات لوردوز کمر رابطه همبستگی معنی دار آمار ( $p = 0/019$ ) با ضریب پیرسون  $0/60$  داشتند.

میانگین وانحراف معیار تغییرات ساکرال اسلپ، لوردوز کمر، فاصله محور S1-L1، میانگین تغییرات PSEQ، میانگین تغییرات PSFS و میانگین تغییرات Hip ROM در دو گروه مرد و زن در جدول ۳ قابل مشاهده است. در مقایسه بین دو گروه مرد و زن با کمک BOOTSTRAP INDEPENDENT SAMPLES T TEST تنها تفاوت معنی دار آمار در تغییرات ساکرال اسلپ بود ( $p = 0/008$ ، Mean Difference =  $12/14$ ).

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار ساکرال اسلپ، لوردوز کمر و فاصله محور S1-L1 قبل و بعد از عمل

انحراف معیار t	P Value	بعد از عمل	قبل از عمل	
$0/804$	$0/435$	$44/21 \pm 7/19$	$42/3 \pm 3/68$	ساکرال اسلپ
$0/642$	$0/531$	$42/74 \pm 11/29$	$40/76 \pm 4/65$	لوردوز لومبار
$0/51$	$0/618$	$26/15 \pm 12/06$	$27/81 \pm 13/95$	فاصله محور S1-L1

جدول ۲: میانگین و انحراف معیار امتیازات به دست آمده از دو پرسشنامه PSFS و پرسشنامه PSEQ و میزان دامنه حرکت فلکسیون مفصل هیپ (Hip ROM) قبل و بعد از عمل

انحراف معیار t	P value	بعد از عمل	قبل از عمل	
$12/81$	$<0/001$	$46/6 \pm 6/1$	$23/13 \pm 4/97$	PSEQ
$-17/84$	$<0/001$	$2/4 \pm 1/12$	$7/47 \pm 1/06$	PSFS
$7/50$	$<0/001$	$94/67 \pm 11/25$	$56/67 \pm 20/67$	Hip ROM

جدول ۳: میانگین وانحراف معیار تغییرات ساکرال اسلپ، لوردوز کمر، فاصله محور S1-L1، میانگین تغییرات PSEQ، میانگین تغییرات PSFS و میانگین تغییرات Hip ROM در دو گروه مرد و زن

زن	مرد	
$-7/55 \pm 7/29$	$4/59 \pm 6/23$	میانگین تغییرات ساکرال اسلپ
$-4/52 \pm 15/34$	$9/29 \pm 6/34$	میانگین تغییرات لوردوز کمر
$-1/1 \pm 16/12$	$4/81 \pm 6/80$	میانگین تغییرات فاصله محور S1-L1
$25/37 \pm 8/84$	$21/29 \pm 3/99$	میانگین تغییرات PSEQ
$-4/87 \pm 1/25$	$-5/29 \pm 0/95$	میانگین تغییرات PSFS
$31/87 \pm 19/44$	$45/0 \pm 18/7$	میانگین تغییرات Hip ROM

مؤثر مورد استفاده قرار گیرند. با این حال، محدودیت‌هایی نیز در پژوهش وجود دارد که از جمله آن می‌توان به تعداد شرکت‌کنندگان اشاره کرد؛ افزایش تعداد نمونه‌ها می‌تواند به دستیابی به نتایج دقیق‌تر کمک کند. علاوه بر این، اگرچه بازه زمانی سه ماه پس از عمل برای بررسی تغییرات در هم‌راستایی ساجیتال منطقی به نظر می‌رسد، اما ممکن است این تغییرات در دوره‌های طولانی‌تری نیز رخ دهند که نیازمند پیگیری‌های بیشتر است. بر همین اساس، پیشنهاد می‌شود مطالعات مشابه در بیماران با دفورمیتی‌های شدید هیپ (مانند DDH)، استئوآرتریت دوطرفه و پس از جراحی تعویض مفصل لگن دوطرفه انجام شود. همچنین، انجام پژوهش‌هایی با استفاده از ابزارهای پیشرفته‌تر تصویربرداری مانند EOS و پیگیری‌های طولانی‌مدت‌تر می‌تواند به درک بهتر تغییرات ساختاری و عملکردی در این بیماران کمک کند.

### نتیجه‌گیری

تعویض کامل مفصل لگن باعث کاهش درد کمر، بهبود فعالیت و افزایش دامنه حرکتی فلکسیون هیپ می‌شود، اما این تغییرات با معیارهای رادیولوژیک راستای ساجیتال مرتبط نیستند.

### منابع

- Ishimoto Y, Yoshimura N, Muraki S, Yamada H, Nagata K, Hashizume H, et al. Prevalence of symptomatic lumbar spinal stenosis and its association with physical performance in a population-based cohort in Japan: the Wakayama Spine Study. *Osteoarthritis Cartilage*. 2012;20(10):1103-1108. doi: 10.1016/j.joca.2012.06.018
- Prather H, van Dillen L. Links between the Hip and the Lumbar Spine (Hip Spine Syndrome) as they Relate to Clinical Decision Making for Patients with Lumbopelvic Pain. *Pm r*. 2019;11 Suppl 1:S64-S72. doi: 10.1002/pmrj.12187
- Ewen AM, Stewart S, St Clair Gibson A, Kashyap SN, Caplan N. Post-operative gait analysis in total hip replacement patients-a review of current literature and meta-analysis. *Gait Posture*. 2012;36(1):1-6. doi: 10.1016/j.gaitpost.2011.12.024
- Weng W, Wu H, Wu M, Zhu Y, Qiu Y, Wang W. The effect of total hip arthroplasty on sagittal spinal-pelvic-leg alignment and low back pain in patients with severe hip osteoarthritis. *European Spine Journal*. 2016;25(11):3608-3614. doi: 10.1007/s00586-016-4444-1
- Ben-Galim P, Ben-Galim T, Rand N, Haim A, Hipp J, Dekel S, et al. Hip-spine syndrome: the effect of total hip replacement surgery on low back pain in severe osteoarthritis of the hip. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32(19):2099-2102. doi: 10.1097/BRS.0b013e318145a3c5
- Rajnish RK, Kumar P, Aggarwal S. Letter to the Editor concerning "The effect of total hip arthroplasty on sagittal spinal-pelvic-leg alignment and low back pain in patients with severe hip osteoarthritis" by W. Weng et al. *Eur Spine J* (2016);25(11):3608-3614. *European Spine Journal*. 2017;26(8):2211. doi: 10.1007/s00586-017-5137-0

تفاوت میزان کاهش درد بین این مطالعات می‌تواند ناشی از ماهیت subjective استانداردگیری درد و تفاوت‌های فرهنگی و نژادی باشد. بهبود فعالیت بیماران پس از جراحی با پرسشنامه PSEQ بررسی شد. میانگین تغییرات  $23/47 \pm 7/1$  از  $60$  امتیاز بود که با  $P < 0/001$  معنادار بود و نشان‌دهنده بهبود فعالیت بیماران از  $23/13$  به  $46/6$  بود. در مطالعه آقای ایزوف، میانگین امتیاز SF-36 از  $34$  به  $47$  ( $P < 0/001$ ) افزایش یافت. این گروه همچنین دریافت که بهبود درد کمر ارتباط معناداری با تغییرات راستای ساجیتال پس از عمل ندارد<sup>(۱۱)</sup>. در مطالعه آقای بن‌گالیم نیز افزایش فعالیت بیماران پس از THA گزارش شد که با نتایج ما منطبق است<sup>(۵)</sup>. بررسی تغییرات محدوده حرکت فلکسیون مفصل هیپ نشان داد میانگین ROM در فلکسیون از  $67/56$  به  $67/94$  درجه افزایش یافته است. میانگین تغییرات  $38/66 \pm 19/62$  درجه بود که با  $P < 0/001$  معنادار بود. مطالعات مختلف نتایج متفاوتی در این زمینه داشته‌اند؛ برخی کاهش دامنه و برخی افزایش آن را گزارش کرده‌اند<sup>(۱۱،۱۲)</sup> اما مطالعه متآنالیز آقای اوان افزایش دامنه فلکسیون را پس از THA تایید کرده است<sup>(۳)</sup> که با یافته‌های ما همخوانی دارد. تفاوت نتایج ممکن است به دلیل تکنیک‌های جراحی متفاوت، رویکردهای مختلف و میزان آزادسازی contracture مفصل باشد.

رابطه BMI و تغییرات PSEQ نشان داد که همبستگی معنادار آماری ( $P = 0/047$ )، ضریب پیرسون  $0/52 -$  وجود دارد، به طوری که افزایش BMI باعث کاهش بهبود فعالیت بیماران پس از عمل می‌شود. این یافته مشابه مطالعه کوهورت هلند با بررسی  $2400$  مورد THA است<sup>(۱۳)</sup>. این مطالعه نشان داد که علی‌رغم عدم تغییرات رادیولوژیک معنادار در راستای ساجیتال ستون فقرات و لگن، بهبود قابل‌ملاحظه‌ای در درد کمر و فعالیت بیماران پس از جراحی مشاهده شد و محدوده حرکت فلکسیون مفصل هیپ افزایش چشمگیری داشت. همچنین، بهبود فعالیت بیماران با کاهش BMI ارتباط داشت که کاهش وزن پیش از عمل می‌تواند به بهبود نتایج کمک کند. مطالب فوق مفهوم رایج در ارتوپدی را تایید می‌کند که جراحی‌های اصلاحی ستون فقرات مقدم بر جراحی هیپ هستند. با توجه به معیارهای ورود و خروج مطالعه، بیماران ما به دلیل غربالگری از نظر مشکلات شدید ستون فقرات، پیش از عمل راستای ساجیتال مطلوبی داشتند و تنها علامت آن‌ها درد کمر بود. پس از THA، بهبود چشمگیری در درد کمر مشاهده شد که نشان می‌دهد منشأ این درد تأثیر استئوآرتریت هیپ بر ستون فقرات بوده است، نه مشکلات اولیه ستون فقرات. از سوی دیگر، استئوآرتریت شدید هیپ تأثیر خفیفی بر راستای ساجیتال داشته است و به همین دلیل تغییرات معناداری در معیارهای رادیولوژیک مشاهده نشد. این یافته علت عدم ارتباط بین کاهش درد کمر و تغییرات راستای ساجیتال را توضیح می‌دهد. این مطالعه با توجه به تنوع نتایج تحقیقات پیشین و نبود بررسی همزمان تغییرات بالینی و رادیولوژیک، به یک موضوع جدید پرداخته است. یافته‌های حاصل می‌توانند در برنامه‌ریزی مطالعات آینده و ارزیابی وضعیت بیماران پس از جراحی تعویض مفصل لگن به منظور تدوین برنامه‌های درمانی

- 7 Liow MHL, Goh GS-H, Chua JL, Ling ZM, Soh RCC, Guo C-M, et al. Sagittally Balanced Degenerative Spondylolisthesis Patients With Increased Sacral Slope and Greater Lumbar Lordosis Experience Less Back Pain After Short-Segment Lumbar Fusion Surgery. *Clinical Spine Surgery*. 2020;33(5):E231-E235. doi: 10.1097/bsd.0000000000000923
- 8 Kim DY, Moon ES, Park JO, Chong HS, Lee HM, Moon SH, et al. The Thoracic Lordosis Correction Improves Sacral Slope and Walking Ability in Neuromuscular Scoliosis. *Clinical Spine Surgery*. 2016;29(8):E413-E420. doi: 10.1097/BSD.0b013e318294368e
- 9 Radcliff KE, Orozco F, Molby N, Delasotta L, Chen E, Post Z, et al. Change in spinal alignment after total hip arthroplasty. *Orthop Surg*. 2013;5(4):261-265. doi: 10.1111/os.12076
- 10 Eyvazov K, Eyvazov B, Basar S, Nasto LA, Kanatli U. Effects of total hip arthroplasty on spinal sagittal alignment and static balance: a prospective study on 28 patients. *Eur Spine J*. 2016;25(11):3615-3621. doi: 10.1007/s00586-016-4696-9
- 11 Bennett D, Humphreys L, O'Brien S, Kelly C, Orr JF, Beverland DE. Gait kinematics of age-stratified hip replacement patients-a large scale, long-term follow-up study. *Gait Posture*. 2008;28(2):194-200. doi: 10.1016/j.gaitpost.2007.11.010
- 12 Bahl JS, Nelson MJ, Taylor M, Solomon LB, Arnold JB, Thewlis D. Biomechanical changes and recovery of gait function after total hip arthroplasty for osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2018;26(7):847-863. doi: 10.1016/j.joca.2018.02.897
- 13 Hofstede SN, Gademan MGJ, Stijnen T, Nelissen R, Marangvan de Mheen PJ. The influence of preoperative determinants on quality of life, functioning and pain after total knee and hip replacement: a pooled analysis of Dutch cohorts. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018;19(1):68. doi: 10.1186/s12891-018-1991-0

## بررسی اثر استفاده از درن بر تغییرات سطح Fe، TIBC و Hb در عمل جراحی تعویض مفصل زانو

### چکیده:

**مقدمه:** آرتروز زانو از عوامل شایع ایجاد درد و تخریب مفصل در افراد بالاتر از چهل سال بوده و شایع‌ترین بیماری تخریبی مفاصل بدن می‌باشد. این پژوهش به بررسی اثر استفاده از درن بر تغییرات سطح Fe، TIBC و Hb در عمل جراحی تعویض مفصل زانو پرداخته است.

**مواد و روش‌ها:** پژوهش حاضر یک مطالعه مشاهده‌ای از نوع کوهورت آینده‌نگر (Prospective Cohort study) بوده که در طی ۶ ماه به صورت آینده‌نگر انجام گرفت. تمامی بیماران کاندید تعویض مفصل زانو برای ۶ ماه وارد مطالعه شدند. دو گروه تشکیل شدند که گروه مورد شامل بیمارانی بوده که پس از مداخله تحت درن گذاری قرار گرفتند و شاهد که پس از مداخله درن گذاری نشدند. مجموعاً ۲۱ نفر مرد و ۶۹ نفر زن در گروه‌های کیس و کنترل قرار داشتند. میانگین سنی در گروه کیس ۶۷/۶۷ سال و کنترل ۶۸/۹۶ بوده است. متغیرهای مخدوشگر در نظر گرفته شده در این مطالعه شامل سن، جنسیت و بیماری‌های زمینه‌ای (شامل فشار خون، دیابت و هیپوتیروئیدی) در هر دو گروه مورد بررسی قرار گرفتند. پارامترهای خونی شامل سطح Fe، TIBC و Hb در دو گروه در ۳ ماه بعد از عمل مقایسه شدند.

**نتایج و بحث:** اختلاف معناداری بین گروه دارای درن و بدون درن نداشتند؛ بنابراین تفاوت دو گروه در این مطالعه ناشی از اندکس‌های خونی بوده است. با این حال مقدار فریتین بیماران پیش از عمل در دو گروه تفاوت داشته است. مهم‌ترین اندکس خونی که در تمامی آنالیزها معنادار بوده است تغییرات هموگلوبین قبل و پس از عمل بوده است. همچنین تغییرات TIBC نیز معنادار ذکر شده است.

**نتیجه‌گیری:** استفاده از درن به صورت بلندمدت می‌تواند کاهش کمتری سطح هموگلوبین در بازه سنی حدود ۷۰ سال ایجاد کرده و همچنین با کنترل صحیح خونریزی می‌تواند باعث افزایش TIBC در این فاصله شود.

**واژگان کلیدی:** هموگلوبین‌ها، تعویض کامل مفصل زانو، تخلیه

پذیرش مقاله: ۴۰ روز قبل از چاپ

<sup>۱</sup>دکتر محمد محمدی، <sup>۲</sup>دکتر حسین پیرمحمدی، <sup>۳</sup>دکتر مهدی راعی، <sup>۴</sup>دکتر کاووس وزیری، <sup>۵</sup>دکتر صدرا حاجی،  
<sup>۶</sup>دکتر محسن رحیمی، <sup>۷</sup>دکتر امیرحسین غزاله

### مقدمه

آرتروز زانو از عوامل شایع ایجاد درد و تخریب مفصل در افراد بالاتر از چهل سال بوده و شایع‌ترین بیماری تخریبی مفاصل بدن می‌باشد. یکی از روش‌های کاهش عوارض آرتروز آرتروپلاستی کامل زانو (TKA) که به عنوان تعویض کامل مفصل زانو نیز شناخته می‌شود، یکی از رایج‌ترین عمل‌های ارتوپدی است<sup>(۱،۲)</sup>. در سال ۲۰۱۰، بیش از ۶۰۰,۰۰۰ TKA سالانه در ایالات متحده انجام می‌شده و این روند به طور فزاینده‌ای در حال افزایش است<sup>(۳،۴)</sup>. انتظار می‌رود تعداد TKA هایی که سالانه در ایالات متحده انجام می‌شود تا سال ۲۰۵۰ در مقایسه با سال ۲۰۱۲ به میزان ۱۴۳ درصد افزایش یابد<sup>(۵)</sup>. برای بیمارانی که به درستی کاندید عمل TKA شده‌اند، این روش منجر به تسکین قابل توجه درد و همچنین بهبود عملکرد و کیفیت زندگی می‌شود. عمل تعویض مفصل زانو جز عمل‌های مازور است بنابراین مانند هر جراحی بزرگ دیگر، ممکن است در طی یا پس از انجام عمل TKA عوارض متعددی برای بیمار ایجاد شود که از جمله آنها عوارض خونی و خصوصاً افت هموگلوبین و کم خونی است<sup>(۶)</sup>.

حدود ۳ تا ۵ گرم آهن در هر فرد یافت می‌شود؛ که حدود ۶۵ درصد آن در اتصال با هموگلوبین‌ها، حدود ۴ درصد در اتصال با میوگلوبین‌ها، حدود ۳۰ درصد نیز در فریتین و هموسیدرین ذخیره شده‌است. حدود ۰/۲۵ درصد به عنوان کوفاکتور به آنزیم‌ها متصل‌اند؛ و در نهایت حدود ۰/۱ درصد نیز در پروتئین‌های ترانسفرین متصل می‌باشند. از طریق ارزیابی فریتین و ترانسفرین می‌توان سطح آهن بدن را تشخیص داد<sup>(۷)</sup>. بنظر می‌رسد در صورت عدم استفاده از درن خون درون مفصل باقی مانده و در آن جا جذب شده و از افت و کاهش بیش از حد فاکتورهای خونی جلوگیری می‌کند.

۱. کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله، تهران، ایران  
۲. مرکز تحقیقات تروما، دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله، تهران، ایران.  
۳. مرکز تحقیقات سلامت، پژوهشکده سبک زندگی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله، تهران، ایران  
۴. بخش انگل‌شناسی و قارچ‌شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله، تهران، ایران

نویسنده مسئول:

دکتر حسین پیرمحمدی

Email address:

Hoseinpm@gmail.com

از عمل جراحی آزمایش روتین CBC و Fe و TIBC درخواست می‌شود. برای بررسی تاثیر استفاده یا عدم استفاده از درن بر Hb و Fe و TIBC مجدداً سه ماه بعد از عمل جراحی برای بیماران آزمایشات روتین درخواست می‌شود و داده‌های به دست آمده را در برنامه آماری SPSS وارد کرده و دیتاها را آنالیز و مقایسه می‌کنیم. داده‌های گردآوری شده در پژوهش به کمک چک لیست، توسط آزمون‌های آماری در دو بخش توصیفی و تحلیلی مورد آنالیز قرار می‌گیرد. آنالیز توصیفی مطالعه برای داده‌های کیفی شامل فراوانی و درصد و برای داده‌های کمی شامل میانگین و انحراف معیار می‌باشد.

پس از جمع‌آوری داده‌ها توسط محققین و ورود آن به نرم افزار SPSS، داده‌ها با استفاده از تست‌های آماری کای دو، تی مستقل تجزیه و تحلیل خواهند شد. آنالیزها توسط نرم افزار SPSS26 صورت گرفته و سطح معناداری نیز برابر ۰/۰۵ در نظر گرفته می‌شود.

## نتایج

گروه‌ها شامل ۴۵ نفر دارای درن و ۴۵ نفر بدون درن بوده است. مجموعاً ۲۱ نفر مرد و ۶۹ نفر زن در گروه‌های کیس و کنترل قرار داشتند. میانگین سنی در گروه کیس ۶۷/۶۷ سال بوده و در گروه کنترل ۶۸/۹۶ بوده است. گزارش توصیفی اطلاعات دموگرافیک به طور کامل در جدول ۱ مشاهده می‌گردد. میانگین مقدار هموگلوبین، فریتین و TIBC قبل و پس از عمل در جدول ۲ گزارش شده است.

با در نظر گرفتن سطح معناداری ۰/۰۵ در مطالعه، اندکس‌های خونی توسط آزمون پارامتریک T-test مستقل مورد آنالیز قرار گرفتند. ابتدا آنالیزهای نرمالیتی بر اساس تست کولموگروف اسمیرنوف انجام گرفت که تمامی داده‌های کمی نرمال بوده‌اند ( $P > 0.05$ ).

این افت فاکتورهای خونی در افراد مسن و خانم‌ها و افرادی که تغذیه مناسب و دریافت آهن کافی ندارند مثل افراد گیاه خوار و خام خوارها بیماران مبتلا بیماری‌های مزمن، کمبود فقر آهن و تالاسمی مهمتر هست و نمود بیشتری پیدا می‌کند چون میزان آهن در این افراد افت کرده و یک استرس و عمل مازور باعث افت شدیدتر در فاکتورهای خونی شده و نیازمند اقدامات بعدی درمانی و تحمیل هزینه بیشتر به فرد شده مثل تزریق خون و آهن یا مکمل‌های تغذیه‌ای آهن و اسید فولیک می‌شود.

در حالیکه برخی از جراحان تمایل به کارگذاری درن جهت خروج خون و ترشحات هستند<sup>(۸)</sup>، اما فرضیه‌ای وجود دارد که ذکر می‌کند خون‌ها و ترشحات از مفصل خارج شده و باعث افت هموگلوبین، ferritin و TIBC می‌شود. در عمل تعویض مفصل زانو هیچ دستوالعمل قطعی برای درن گذاری یا عدم استفاده از درن وجود ندارد و بیشتر جراحان بر حسب مهارت یا تجربه شخصی خود اقدام به درن گذاری یا عدم استفاده از درن می‌کنند. هدف از انجام این مطالعه بررسی و تعیین اثرگذاری استفاده از درن بر تغییرات سطح Fe، TIBC و Hb در عمل جراحی تعویض مفصل زانو در بیمارستان بقیه الله در سال ۱۴۰۱-۱۴۰۲ است.

## مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از نوع مشاهده‌ای تحلیلی است. پژوهش مشاهده‌ای حال حاضر از نظر روش‌شناسی از نوع کوهورت آینده‌نگر (Cohort study) است. در مطالعه حال حاضر پیامد، وجود یا عدم وجود درن و متغیرهای مورد بررسی اندکس‌های خونی هموگلوبین، سطح آهن خون و فریتین هستند. در این مطالعه دو گروه ۴۵ نفری (یک گروه با درن و یک گروه بدون درن) از بیماران کاندید تعویض مفصل زانو که کاندید جراحی هستند بطور تصادفی انتخاب شدند. برای بیماران قبل

جدول ۱: گزارش توصیفی اطلاعات دموگرافیک

P-Value	افراد بدون درن (۴۵ نفر)	افراد دارای درن (۴۵ نفر)	متغیرها	
۰/۴۶	۶۸/۹۶ ± ۶/۳۱	۶۷/۶۷ ± ۶/۷۶	سن (Mean ± SD)	
۰/۳۲	۱۳	۸	مرد	
	۳۲	۳۷	زن	
۱/۰۰	۱۸	۱۷	دیابت	
۰/۲۹	۲۹	۲۳	فشار خون	
۰/۱۹	۶	۱۲	هیپوتیروئیدی	

جدول ۲: میزان فاکتورهای خونی در بیماران

TIBC (µg/dL) (mean±SD)		Ferritin (ng/dL) (mean±SD)		Hb (gr/dL) (mean±SD)		
بعد از عمل	قبل از عمل	بعد از عمل	قبل از عمل	بعد از عمل	قبل از عمل	
۳۰۴/۱۳±۵۱/۴۸	۳۲۳/۶۹±۵۶/۵۱	۶۰/۳۲±۱۵/۶۲	۷۰/۰۳±۲۰/۸۹	۱۲/۴۸±۱/۵۷	۱۴/۸±۱/۸۸	افراد بدون درن ۴۵ نفر
۳۱۲/۵۱±۵۰/۲۴	۲۰۳/۸۸±۵۰/۵۹	۷۹/۰۰±۵۴/۶۷	۹۵/۹۴±۶۵/۹۸	۱۲/۶۵±۱/۸۰	۱۳/۱۶±۱/۶۱	افراد دارای درن ۴۵ نفر

خون اتولوگ، درن بستن تخلیه یا انتقال مجدد است. همانطور که ذکر شد یکی از روش‌های مهم بستن درن است.

مانند برخی مطالعات انجام شده نشان داده شده است که درن منجر به تزریق خون در هیچ کدام از بیماران طی بازه پس از عمل نشده است و از این جهت بستن درن مزیتی نداشته است با این حال بستن درن توانسته حجم درن را کاهش داده و منجر به حفظ خون بیمار و کاهش خونریزی‌های شدید شود اما با این حال بستن درن با توجه به عدم ایجاد شرایط خاص و بحرانی و کاهش شدید اندکس‌های خونی چندان ضروری بنظر نمی‌رسد<sup>(۱۰،۱۱)</sup>. با این حال برخی مطالعات از فواید بستن درن کاهش هماتوم و کاهش مقدار خونریزی را ذکر می‌کنند.

برخی از مطالعات فعلی نشان داده‌اند که استفاده از درن در TKA ضروری نیست. برخلاف مطالعه‌ی حاضر در چندین مطالعه مشابه نشان داده شده است که بستن درن مزیت آشکاری را ایجاد نمی‌کند و سیستم تخلیه نمی‌تواند تغییری در عوارض خونی بیماران ایجاد نماید<sup>(۱۲-۱۴)</sup>.

با این حال مطالعاتی نیز نتایج حاصل از مطالعه فعلی را تایید می‌کند. در مطالعه‌ی ذکر شده است که بستن درن در فاصله ۳ ساعته یک پروتکل جدید توسعه یافته برای کاهش از دست دادن خون پس از TKA است. این پروتکل مقدار کاهش سطح هموگلوبین بعد از عمل را کاهش می‌دهد. این پروتکل را می‌توان به راحتی بدون افزایش حوادث ترومبوآمبولی بالینی و عوارض زخم اعمال کرد<sup>(۱۵)</sup>. همچنین روش‌های دیگر مانند روش گیره ۴ ساعته نیز نشان داده شد که به طور موثری خروجی تخلیه و افت هموگلوبین را کاهش می‌دهد. برای کسانی که به استفاده از درن‌های ساکشن بسته ادامه می‌دهند، بستن می‌تواند راهی مؤثر برای کاهش از دست دادن خون پس از عمل و نیاز به تزریق باشد<sup>(۱۶،۱۷)</sup>.

با این حال روش‌های دیگری نیز بعنوان مداخله کمکی ذکر شده است. بعنوان مثال در مطالعات ذکر شده است که بستن درن همراه با تجویز ترانگزامیک اسید می‌تواند از دست دادن خون پس از عمل و انتقال خون پس از TKA را به طور قابل توجهی بیشتر از استفاده از ترانگزامیک اسید یا بستن درن به تنهایی کاهش دهد<sup>(۱۸)</sup>.

بر اساس داده‌ها، استفاده از لوله درن در TKA یک موضوع بحث برانگیز است. شواهد کنونی نشان می‌دهد که استفاده از درن در جلوگیری از، از دست دادن خون و کاهش نرخ انتقال خون در TKA فاقد کارایی است، در حالی که بستن درن ممکن است نتیجه را زمانی که از درن در TKA استفاده می‌شود، بهینه کند با این حال مطالعات بیشتری مورد نیاز است تا اثرات و فواید درن را در فواصل مختلف با حجم نمونه کافی مورد بررسی قرار دهد.

### نتیجه‌گیری

در این مطالعه به این نتیجه‌گیری کلی رسیدیم که بطور کلی استفاده از درن بصورت بلند مدت می‌تواند منجر به کاهش کمتر سطح هموگلوبین در بازه سنی حدود ۷۰ سال شود. همچنین با کنترل صحیح خونریزی

در ادامه متغیرهای مخدوش گر در نظر گرفته شده در این مطالعه شامل سن، جنسیت و بیماری‌های زمینه‌ای (شامل فشارخون، دیابت و هیپوتیروئیدی) در هر دو گروه مورد بررسی و از طریق تست دقیق فیشر و T-test مستقل مورد ارزیابی قرار گرفتند. هیچ کدام از متغیرهای مخدوش گر فوق اختلاف معناداری بین گروه دارای درن و بدون درن نداشتند؛ بنابراین می‌توان اینطور در نظر گرفت که گروه‌ها نسبتاً همسان بوده‌اند و اختلاف مقادیر را می‌توان خارج از عوامل مخدوش گر دانست. در آنالیز مقدماتی T-test اندکس‌های خونی مدنظر بر اساس گروه بندی صرفاً تفاوت مقدار فریتین بین دو گروه معنادار درآمد که بدین معنا بود که مقدار فریتین در جامعه مورد آزمایش بشدت ناهمگون بوده و در صورت بروز تفاوت نتیجه گیری مستقیم نمی‌توان کرد ( $P < 0/001$ ). جهت اطمینان برای سنجش تست ناپارامتری (من ویتنی) تکرار شد که تفاوت هیچ کدام از داده‌ها معنادار نبود. جهت سهولت در آنالیز متغیر جدیدی به نام اختلاف مقادیر قبل و بعد از عمل برای هر اندکس تعریف شد. اختلاف مقادیر در هموگلوبین ( $P < 0/001$ ) و مقدار ذخیره کل آهن خون ( $P = 0/025$ ) معنادار بوده و در فریتین معنادار نشده است. آنالیز بر اساس جنسیت و بیماری زمینه‌ای نیز تکرار شده و اختلاف معناداری بر اساس این گروه بندی وجود نداشته است.

در آنالیزهای تکمیلی صورت گرفته برای نمایش مدل رابطه همزمان بین متغیرهای مستقل با مقادیر کمی و وابسته با مقادیر کیفی از رگرسیون لجستیک کمک می‌گیریم. بدین منظور متغیرهای سن و متغیرهای مستقل اصلی معنادار شده مانند  $WBC$ ،  $Hct$  و  $Plt$  وارد رگرسیون شدند و مشخص گردید دو گروه از نظر متغیرهای زمینه‌ای و مخدوشگر یکسان هستند. در رگرسیون اثر تغییرات هموگلوبین در دو گروه معنادار است. ( $OR = 1/88$  ( $CI: 1/22 - 2/89$ )) سایر آنالیزها نتایج معناداری در رگرسیون ایجاد نکرده است.

### بحث

یافته‌های اصلی این مطالعه نشان داد که تغییرات هموگلوبین و TIBC قبل و پس از عمل معنادار بوده است و استفاده از درن منجر کاهش کمتر مقدار هموگلوبین و افزایش اندکی در TIBC شده است.

عمل TKA یکی از مهمترین عمل‌های جراحی در رشته ارتوپدی است که عمدتاً بدلیل آرتروز در سنین بالا انجام می‌شود. با گسترش مورد انتظار جمعیت سالمندان، درک چگونگی پاسخ این بیماران به جراحی مهم است<sup>(۹)</sup>. از دست دادن خون در طول آرتروپلاستی کامل زانو (TKA) همچنان یک نگرانی است، زیرا ۱۸٪ تا ۶۷٪ از بیماران پس از عمل نیاز به تزریق خون دارند. تزریق آلوژنیک خطر واکنش‌های آلرژیک، واکنش همولیتیک، مرگ و میر ۳۰ روزه، انتقال بیماری، عفونت محل جراحی، عفونت‌های اطراف پروتز و ترومبوآمبولی وریدی را افزایش می‌دهد. به این دلایل، اقدامات متعددی برای محدود کردن از دست دادن خون در حین و پس از TKA معرفی و ارزیابی شده است، از جمله استفاده از تورنیکت، انتقال

- 10 Tai TW, Yang CY, Jou IM, Lai KA, Chen CH. Temporary drainage clamping after total knee arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Arthroplasty*. 2010;25(8):1240-1245. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2009.08.013>
- 11 Tai TW, Jou IM, Chang CW, Lai KA, Lin CJ, Yang CY. Non-drainage is better than 4-hour clamping drainage in total knee arthroplasty. *Orthopedics*. 2010;33(3). <https://doi.org/10.3928/01477447-20100129-11>
- 12 Zhang XN, Wu G, Xu RZ, Bai XZ. [Closed suction drainage or non-drainage for total knee arthroplasty: a meta-analysis]. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*. 2012;50(12):1119-1125. PMID: 23336492
- 13 Manta N, Mangiavini L, Balbino C, Colombo A, Pandini EG, Pironti P, et al. The role of suction drainage in the management of peri-operative bleeding in Total and Unicomcompartmental knee arthroplasty: a retrospective comparative study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2021;22(1):1031. <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04868-4>
- 14 Li N, Liu M, Wang D, He M, Xia L. Comparison of complications in one-stage bilateral total knee arthroplasty with and without drainage. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 2015;10(1):3. <https://doi.org/10.1186/s13018-014-0140-1>
- 15 Pornrattanamaneewong C, Narkbunnam R, Siriwanthanasakul P, Chareancholvanich K. Three-hour interval drain clamping reduces postoperative bleeding in total knee arthroplasty: a prospective randomized controlled trial. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2012;132(7):1059-1063. <https://doi.org/10.1007/s00402-012-1501-z>
- 16 Agarwala S, Jhaveri M, Menon A. Advantages of clamping and drainage over continuous drainage in a total knee arthroplasty. *J Clin Orthop Trauma*. 2020;11(1):133-135. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2019.03.013>
- 17 Huang Z, Ma J, Pei F, Yang J, Zhou Z, Kang P, et al. Meta-analysis of temporary versus no clamping in TKA. *Orthopedics*. 2013;36(7):543-550. <https://doi.org/10.3928/01477447-20130624-11>
- 18 Chareancholvanich K, Siriwanthanasakul P, Narkbunnam R, Pornrattanamaneewong C. Temporary clamping of drain combined with tranexamic acid reduce blood loss after total knee arthroplasty: a prospective randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord*. 2012;13:124. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-13-124>

می‌تواند باعث افزایش TIBC در این فاصله شود. با این حال توصیه به انجام مطالعات بیشتر در این حوزه می‌شود.

## منابع

- 1 Sloan M, Premkumar A, Sheth NP. Projected volume of primary total joint arthroplasty in the US, 2014 to 2030. *JBJS*. 2018;100(17):1455-1460. DOI: 10.2106
- 2 Gandhi N, Qadeer AS, Meher A, Rachel J, Patra A, John J, et al. Costs and models used in the economic analysis of Total Knee Replacement (TKR): A systematic review. *Plos one*. 2023;18(7):e0280371. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0280371>
- 3 Tsai AJ. Occurrence of never events after total joint arthroplasty in the United States. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*. 2019;139:1193-1201. <https://doi.org/10.1007/s00402-019-03156-0>
- 4 Cram P, Landon BE, Matelski J, Ling V, Stukel TA, Paterson JM, et al. Utilization and short-term outcomes of primary total hip and knee arthroplasty in the United States and Canada: an analysis of New York and Ontario administrative data. *Arthritis & Rheumatology*. 2018;70(4):547-554. <https://doi.org/10.1002/art.40407>
- 5 Singh JA, Yu S, Chen L, Cleveland JD. Rates of total joint replacement in the United States: future projections to 2020–2040 using the national inpatient sample. *The Journal of rheumatology*. 2019;46(9):1134-1140. DOI: <https://doi.org/10.3899/jrheum.170990>
- 6 Chu CR, Rodeo S, Bhutani N, Goodrich LR, Huard J, Irrgang J, et al. Optimizing clinical use of biologics in orthopaedic surgery: consensus recommendations from the 2018 AAOS/NIH U-13 conference. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2019;27(2):e50-e63. DOI: 10.5435/JAAOS-D-18-00305
- 7 Ems T, St Lucia K, Huecker MR. Biochemistry, Iron Absorption. [Updated 2023 Apr 17]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448204/>.
- 8 Mujagic E, Zeindler J, Coslovsky M, Hoffmann H, Soysal SD, Mechera R, et al. The association of surgical drains with surgical site infections—A prospective observational study. *The American Journal of Surgery*. 2019;217(1):17-23. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2018.06.015>
- 9 Kennedy JW, Johnston L, Cochrane L, Boscainos PJ. Total knee arthroplasty in the elderly: does age affect pain, function or complications? *Clin Orthop Relat Res*. 2013;471(6):1964-1969. <https://doi.org/10.1007/s11999-013-2803-3>

## ارزش تشخیصی سونوگرافی در ترومای آرنج در شرایط اورژانسی

## چکیده:

**مقدمه:** شکستگی آرنج از آسیب‌های شایع است که تشخیص دقیق آن برای انتخاب درمان مناسب اهمیت زیادی دارد. اگرچه رادیوگرافی روش استاندارد تشخیص محسوب می‌شود، سونوگرافی به‌عنوان جایگزینی مناسب، به‌ویژه در شرایطی که رادیوگرافی دشوار یا ناممکن باشد، به‌طور فزاینده‌ای مورد توجه قرار گرفته است. هدف از این مطالعه، بررسی دقت تشخیصی سونوگرافی در شناسایی شکستگی‌های آرنج و مقایسه آن با رادیوگرافی و سی‌تی‌اسکن به‌عنوان روش‌های مرجع بود.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه، ۴۰ بیمار با شک بالینی به شکستگی آرنج وارد شدند و به ترتیب تحت سونوگرافی، رادیوگرافی و سی‌تی‌اسکن قرار گرفتند. نتایج سه روش تصویربرداری با یکدیگر مقایسه شد و شاخص‌هایی مانند حساسیت، ویژگی و ضریب توافق بین سونوگرافی و روش‌های مرجع ارزیابی گردید.

**نتایج و بحث:** میانگین سنی بیماران ۱۵/۵ سال بود (دامنه: ۴ تا ۴۹ سال) و ۷۲/۵ درصد آن‌ها مرد بودند (۲۹ نفر). شکستگی سوپراکوندیلر در افراد زیر ۱۸ سال و شکستگی سر رادیوس در افراد بالای ۱۸ سال شایع‌تر بود. سونوگرافی در مقایسه با رادیوگرافی، حساسیت ۸۸/۹ درصد، ویژگی ۸۷ درصد و ضریب کاپای ۰/۷۳ داشت. در مقایسه با سی‌تی‌اسکن نیز حساسیت آن ۹۴/۸ درصد و ویژگی ۸۹/۷ درصد گزارش شد.

**نتیجه‌گیری:** سونوگرافی روشی دقیق، غیرتهاجمی و مقرون‌به‌صرفه برای تشخیص شکستگی آرنج است که به‌ویژه در شرایط اورژانسی یا در نبود تجهیزات پیشرفته تصویربرداری، می‌تواند جایگزین یا مکمل رادیوگرافی و سی‌تی‌اسکن باشد. با توجه به حساسیت و ویژگی بالای آن، سونوگرافی به‌ویژه در کودکان و محیط‌های کم‌منبع، ابزاری قابل اعتماد محسوب می‌شود. انجام مطالعات آینده با نمونه‌های بیشتر و پیگیری بیماران برای تأیید تشخیص‌ها توصیه می‌شود.

**واژگان کلیدی:** سی‌تی‌اسکن، سونوگرافی، شکستگی آرنج، رادیوگرافی

پذیرش مقاله: ۴۲ روز قبل از چاپ

<sup>۱</sup> دکتر فخرالدین سلطانی، <sup>۲</sup> دکتر محمدرضا قانع، <sup>۳</sup> دکتر یوسف علی محمدی، <sup>۴</sup> دکتر رمضان جعفری، <sup>۵</sup> دکتر امیرحسین غزالی، <sup>۶</sup> دکتر مهدی عباس زاده، <sup>۷</sup> دکتر محمد جواد بهزادنی

## مقدمه

آسیب به مفصل آرنج یکی از شایع‌ترین دلایل مراجعه به بخش اورژانس است. دررفتگی‌های آرنج با شیوع تقریبی ۶ مورد در هر ۱۰۰۰۰۰ نفر رخ می‌دهند و درگیری سر استخوان رادیوس در حدود ۳۰٪ از آسیب‌های آرنج مشاهده می‌شود که اهمیت تشخیص به‌موقع و دقیق را برجسته می‌سازد<sup>(۱،۲)</sup>. در آسیب‌های آرنج، لیگامان‌ها اغلب درگیر می‌شوند و آسیب به تاندون‌ها، به‌صورت پارگی جزئی یا کامل، نیز می‌تواند اتفاق بیفتد<sup>(۳)</sup>. روش‌های تصویربرداری متداول مانند رادیوگرافی ساده، به‌ویژه در بیماران کودکان به دلیل ناقص بودن استخوان‌سازی اپی‌فیز، محدودیت‌هایی دارند و ممکن است شکستگی‌های پنهان را تشخیص ندهند. در چنین مواردی، مشاهده علامت چربی آزاد (fat pad sign) می‌تواند نشانه افیوژن مفصلی بوده و احتمال وجود شکستگی پنهان را مطرح کند<sup>(۴،۵)</sup>. با این حال، قرارگیری مکرر در معرض اشعه ایکس، به‌ویژه در کودکان، نگرانی‌هایی را در رابطه با ایمنی اشعه به همراه دارد<sup>(۶)</sup>. در سال‌های اخیر، سونوگرافی عضلانی-اسکلتی به‌عنوان ابزاری در دسترس، سریع، غیرتهاجمی و مقرون به صرفه در تشخیص شکستگی‌ها مورد توجه قرار گرفته است. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که حساسیت و ویژگی سونوگرافی در ارزیابی شکستگی‌ها با رادیوگرافی قابل مقایسه است و در برخی موارد حتی در تشخیص افیوژن و جابجایی بهتر عمل می‌کند<sup>(۷-۱۰)</sup>. نخستین توصیف سونوگرافیک از علامت چربی آزاد توسط مایلز و لامونت ارائه شد و پس از آن مطالعات متعددی به بررسی بیشتر کاربرد تشخیصی سونوگرافی در تروماهای آرنج پرداختند<sup>(۱۱)</sup>. با توجه به اینکه استفاده از تکنیک‌های تصویربرداری مکمل مانند سونوگرافی می‌تواند منجر به کاهش استفاده غیرضروری از سی‌تی‌اسکن و رادیوگرافی گردد، هدف از مطالعه حاضر، بررسی یافته‌های سونوگرافی در آسیب‌های آرنج و مقایسه آن با نتایج رادیوگرافی ساده و سی‌تی‌اسکن در بیماران مراجعه‌کننده به بخش اورژانس بیمارستان بقیه‌الله تهران بود.

۱. گروه آموزشی طب اورژانس، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله (عج)، تهران، ایران
۲. مرکز تحقیقات تروما، دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله (عج)، تهران، ایران
۳. مرکز تحقیقات سلامت، انستیتو سبک زندگی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله (عج)، تهران، ایران
۴. گروه رادیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله (عج)، تهران، ایران
۵. گروه جراحی اورتوپدی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله (عج)، تهران، ایران
۶. کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله (عج)، تهران، ایران

نویسنده مسئول:

دکتر محمد جواد بهزادنی

Email address:

mjbahzad1359@gmail.com

## مواد و روش‌ها

MedCalc نسخه ۲۲/۰۱۹ انجام شد. آزمون‌های آماری شامل آزمون کای‌اسکوئر،  $t$  مستقل، تحلیل حساسیت و ویژگی و نیز منحنی ROC برای تعیین عملکرد تشخیصی آزمون بودند. مقایسه سطح زیر منحنی ROC بر اساس روش Hanley & McNeil انجام شد. سطح معناداری در همه آزمون‌ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. تاییدیه اخلاقی این مطالعه با کد اخلاق IR.BMSU.REC.1402.068 توسط کمیته مربوطه تایید شد. رضایت‌نامه آگاهانه از کلیه بیماران یا ولی قانونی آنها اخذ گردید. شرکت در مطالعه هیچ هزینه‌ای برای بیماران در پی نداشت. اطلاعات بیماران به صورت کدگذاری و ناشناس ثبت شد تا محرمانگی حفظ شود. کلیه اقدامات تصویربرداری توسط متخصص رادیولوژی انجام شد تا دقت تشخیص حفظ گردد. ضمناً، از تجهیزات یکسان و رویه‌های استاندارد برای تمامی بیماران استفاده شد تا از تنوع در اندازه‌گیری جلوگیری شود.

## نتایج

در این مطالعه، ۴۰ بیمار مبتلا به شکستگی آرنج مورد بررسی قرار گرفتند. میانگین سنی بیماران  $۱۵/۲ \pm ۰/۱۲$  سال بود و میان سنی آن‌ها  $۱۵/۵$  سال گزارش شد. محدوده سنی بیماران از ۴ تا ۴۹ سال بود. از نظر جنسیت، ۷۲/۵٪ بیماران مرد (۲۹ نفر) و ۲۷/۵٪ زن (۱۱ نفر) بودند. جدول ۱ توزیع جنسیت را بر اساس گروه‌های سنی زیر ۱۸ سال و بالای ۱۸ سال نشان می‌دهد. در بیماران زیر ۱۸ سال، ۶۹/۶٪ مرد و در بیماران بالای ۱۸ سال، ۷۶/۵٪ مرد بودند ( $P = ۰/۷۳۰$ ). جدول ۲ نتایج علائم و نشانه‌ها را بر اساس سونوگرافی و رادیوگرافی نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، هماتوم بافت نرم در ۷۲/۵٪ از سونوگرافی‌ها و در ۶۰٪ از رادیوگرافی‌ها دیده شد ( $P < ۱$ ). هماتوم داخل مفصلی در ۷۷/۵٪ از سونوگرافی‌ها و در ۶۲/۵٪ از رادیوگرافی‌ها مشاهده شد ( $p = ۰/۷۰۵$ ). خط شکستگی در ۴۵٪ از سونوگرافی‌ها و در ۳۵٪ از رادیوگرافی‌ها دیده شد ( $P < ۰/۰۰۱$ ). قطعات آزاد در ۴۵٪ از سونوگرافی‌ها و در ۳۲/۵٪ از رادیوگرافی‌ها گزارش شد ( $P < ۰/۰۰۱$ ). ناپیوستگی کورتکس در ۴۰٪ از سونوگرافی‌ها و در ۳۲/۵٪ از رادیوگرافی‌ها دیده شد ( $P < ۰/۰۰۱$ ). انواع شکستگی‌های آرنج در بیماران در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، شایع‌ترین نوع شکستگی، شکستگی فوق کندیل بوده و نادرترین آن، شکستگی اپی‌کوندیل خارجی بود. در بین بیماران زیر ۱۸ سال، شکستگی فوق کندیل با ۱۲ نفر (۵۲/۲٪) شایع‌ترین نوع بود، در حالی که در بیماران بالای ۱۸ سال، شکستگی سر استخوان رادیوس با ۴ بیمار (۲۳/۵٪) بیشترین شیوع را داشت. جدول ۴ فراوانی تشخیص شکستگی را با استفاده از سونوگرافی، رادیوگرافی و سی‌تی‌اسکن نشان می‌دهد. بر اساس رادیوگرافی، ۷۷/۵٪ بیماران (۳۱ نفر) دارای شکستگی بودند. طبق سی‌تی‌اسکن، ۶۹/۲٪ بیماران دچار شکستگی بودند و طبق سونوگرافی، ۷۲/۵٪ بیماران دارای شکستگی گزارش شدند.

این مطالعه از نوع مقطعی بود که در آن یافته‌های سونوگرافی، رادیوگرافی ساده و سی‌تی‌اسکن در بیماران مبتلا به تروما و آسیب‌های آرنج با یکدیگر مقایسه شدند. جامعه مورد مطالعه شامل کلیه افرادی بود که با آسیب آرنج و مشکوک به شکستگی آرنج به بخش اورژانس بیمارستان بقیه‌الله تهران مراجعه کرده بودند. روش نمونه‌گیری به صورت در دسترس (convenience sampling) انجام شد و بیماران مبتلا به آسیب تروماتیک آرنج و مشکوک به شکستگی که به اورژانس بیمارستان بقیه‌الله مراجعه کردند، وارد مطالعه شدند. بر اساس مطالعه Eckert و همکاران<sup>(۴)</sup>، با در نظر گرفتن پارامترهای زیر، حجم نمونه ۴۰ نفر محاسبه شد

- حساسیت سونوگرافی در تشخیص شکستگی آرنج: ۹۷/۹٪
- سطح معناداری:  $(Z = ۱/۹۶) / ۰/۰۵$
- حداکثر خطای مجاز در برآورد حساسیت: ۴/۵٪

این مطالعه مقطعی در سال ۲۰۲۳ در بخش اورژانس بیمارستان بقیه‌الله تهران انجام شد. شرکت‌کنندگان شامل بیماران با آسیب تروماتیک آرنج و مشکوک به شکستگی بودند. معیارهای خروج شامل بیمارانی با دفورمیتی واضح، آسیب باز یا آسیب‌های مشکوک به عروق و اعصاب بود. پس از اخذ رضایت‌نامه آگاهانه کتبی، کلیه بیماران تحت معاینه بالینی قرار گرفتند. پس از اخذ شرح حال و معاینه فیزیکی، ابتدا سونوگرافی آرنج انجام شد، سپس رادیوگرافی ساده و در نهایت سی‌تی‌اسکن به تشخیص متخصص رادیولوژی صورت گرفت. سونوگرافی با پروب خطی ۱۲ مگاهرتز به عرض ۶/۵ سانتی‌متر انجام شد. یافته‌های سی‌تی‌اسکن با نتایج رادیوگرافی و سونوگرافی مقایسه شد و همه تصاویر توسط یک رادیولوژیست مستقل تفسیر شدند.

داده‌ها از طریق یک چک‌لیست محقق‌ساخته شامل اطلاعات دموگرافیک و نتایج تصویربرداری گردآوری شدند. حساسیت، ویژگی، ارزش اخباری مثبت (PPV) و ارزش اخباری منفی (NPV) سونوگرافی نسبت به رادیوگرافی و سی‌تی‌اسکن در کودکان و بزرگسالان محاسبه شد. سی‌تی‌اسکن به‌عنوان استاندارد طلایی برای تشخیص شکستگی در نظر گرفته شد و نتایج سونوگرافی و رادیوگرافی با آن مقایسه شدند. مقادیر تشخیصی مانند PPV (درصد موارد مثبت واقعی از کل نتایج مثبت) و NPV (درصد موارد منفی واقعی از کل نتایج منفی) نیز محاسبه شدند. کلیه اقدامات تصویربرداری برای بیماران توضیح داده شد و رضایت‌نامه آگاهانه از خود بیماران یا ولی قانونی آنان اخذ گردید. تصمیمات درمانی بر اساس ارزیابی بالینی و یافته‌های تصویربرداری انجام شد. متغیرهای بررسی‌شده شامل سن، جنس، نوع شکستگی و نتایج تصویربرداری بودند. سونوگرافی‌ها توسط پزشک متخصص انجام شده و رادیولوژی‌توس متخصص رادیولوژیست مستقل تفسیر شده است.

برای توصیف داده‌ها از آمار توصیفی شامل میانگین، انحراف معیار، فراوانی و درصد استفاده شد. تحلیل آماری با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ و

جدول ۱: توزیع فراوانی جنسی بیماران به تفکیک دو گروه سنی زیر ۱۸ سال و بالای ۱۸ سال

P-value	سن بالای ۱۸ سال		سن زیر ۱۸ سال		متغیر
	درصد	تعداد	درصد	تعداد	
۰/۷۳۰	۷۶/۵	۱۳	۶۹/۶	۱۶	جنس
	۲۳/۵	۴	۳۰/۴	۷	مرد زن

جدول ۲: توزیع فراوانی علائم و نشانه‌های بیماران در سونوگرافی و رادیوگرافی آرنج

P-value	رادیوگرافی		سونوگرافی		متغیر
	درصد	تعداد	درصد	تعداد	
**<۰/۰۰۱	۴۰	۱۶	۲۷/۵	۱۱	هماتوم بافت نرم
	۶۰	۲۴	۷۲/۵	۲۹	خیر بلی
**۰/۷۰۵	۳۷/۵	۱۵	۲۲/۵	۹	هماتوم داخل مفصل
	۶۲/۵	۲۵	۷۷/۵	۳۱	خیر بلی
* <۰/۰۰۱	۶۵	۲۶	۵۵	۲۲	Fx line
	۳۵	۱۴	۴۵	۱۸	خیر بلی
* <۰/۰۰۱	۶۷/۵	۲۷	۵۵	۲۲	Loose Frg
	۳۲/۵	۱۳	۴۵	۱۸	خیر بلی
* ۰/۰۰۱	۶۷/۵	۲۷	۶۰	۲۴	Cortexes discontinue
	۳۲/۵	۱۳	۴۰	۱۶	خیر بلی

\* آزمون Chi-Square و سطح معنی داری ۰/۰۵ می‌باشد. \*\* آزمون Fisher's Exact و سطح معنی داری ۰/۰۵ می‌باشد.

جدول ۳: توزیع فراوانی انواع شکستگی آرنج در کل بیماران، سن زیر ۱۸ سال و سن بالای ۱۸ سال

نوع شکستگی	سوپراکندیل هومروس	سر رادیوس	اولکرانون	اپی کندیل داخلی	اپی کندیل خارجی	بدون شکستگی	مجموع
زیر ۱۸ سال	۱۲	۲	۲	-	۲	۵	۲۳
بالای ۱۸ سال	۲	۴	۳	۳	۱	۴	۱۷
مجموع	۱۴	۶	۵	۳	۳	۹	۴۰

جدول ۴: توزیع فراوانی تشخیص شکستگی با استفاده از سونوگرافی و رادیوگرافی و سی تی اسکن بیماران

متغیر	شکستگی ندارد		شکستگی دارد	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد
رادیوگرافی	۹	۲۲/۵	۳۱	۷۷/۵
سی تی اسکن	۸	۳۰/۸	۱۸	۶۹/۲
سونوگرافی	۱۱	۲۷/۵	۲۹	۷۲/۵

آن ۹۴/۴٪ بود. حساسیت سونوگرافی ۸۸/۹٪، ویژگی ۸۷/۵٪ و ارزش اخباری مثبت آن ۹۴/۱٪ گزارش شد. میزان توافق کاپا بین رادیوگرافی و سی‌تی‌اسکن ۸۱/۹٪ و بین سونوگرافی و سی‌تی‌اسکن ۷۳/۸٪ بود. شکل ۱ منحنی ROC و سطح زیر منحنی برای آزمون‌های سونوگرافی و سی‌تی‌اسکن را نشان می‌دهد. همان‌طور که دیده می‌شود، هر دو روش فاصله قابل قبولی از خط قطری دارند و دارای سطح زیر منحنی بالایی هستند. مقایسه سطح زیر منحنی ROC نشان داد که تفاوت معناداری از نظر آماری بین دو روش وجود ندارد (روش Hanley & McNeil،  $P=0.592$ ).

در مقایسه تشخیص شکستگی با استفاده از رادیوگرافی و سی‌تی‌اسکن، در ۱۷ بیمار، هر دو روش مثبت بودند و در ۷ بیمار، هر دو روش منفی بودند. (جدول ۵). و در صورت استفاده از سی‌تی‌اسکن و سونوگرافی، در ۱۶ بیمار، هر دو روش مثبت و در ۷ بیمار، هر دو روش منفی بودند. جدول ۶ مقادیر حساسیت، ویژگی، ارزش اخباری مثبت (PPV) و ارزش اخباری منفی (NPV) سونوگرافی و رادیوگرافی را نسبت به سی‌تی‌اسکن (به‌عنوان استاندارد طلایی) نشان می‌دهد. همان‌طور که مشخص است، هر دو روش دارای حساسیت و ویژگی بالایی بودند. به‌طور خاص، حساسیت رادیوگرافی ۹۴/۴ درصد و ویژگی ۸۷/۵٪ و ارزش اخباری مثبت

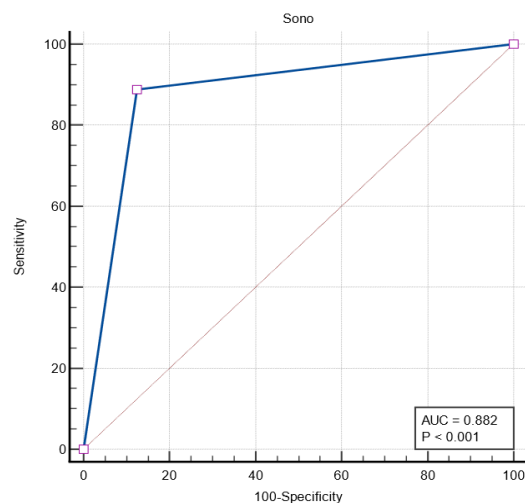
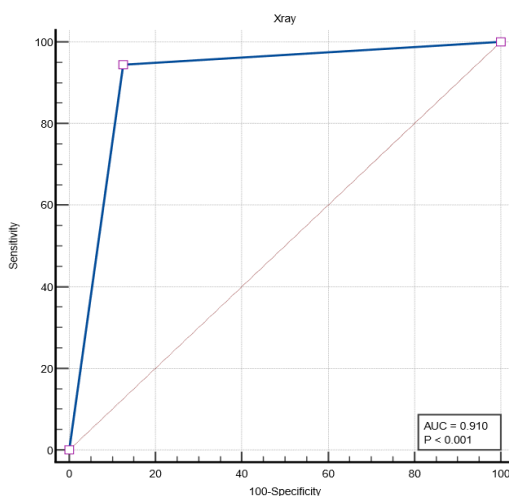
جدول ۵: مقایسه تشخیص شکستگی در سی تی اسکن و مقایسه آن با رادیوگرافی و سونوگرافی آرنج بیماران

کل	سونوگرافی		رادیوگرافی		نوع تصویر برداری	
	بدون شکستگی	با شکستگی	بدون شکستگی	با شکستگی	با شکستگی	سی تی اسکن
۱۸	۲	۱۶	۱	۱۷	با شکستگی	سی تی اسکن
۸	۷	۱	۷	۱	بدون شکستگی	
۲۶	۹	۱۷	۸	۱۸	کل	

جدول ۶: حساسیت، ویژگی، ارزش اخباری مثبت و منفی تست سونوگرافی و رادیوگرافی در مقایسه با نتایج سی تی اسکن

سونوگرافی		رادیوگرافی		متغیرها
مقدار شاخص*	حدود اطمینان ۹۵٪	مقدار شاخص*	حدود اطمینان ۹۵٪	
۸۸/۹	۶۵/۳ - ۹۸/۶	۹۴/۴	۷۲/۷ - ۹۹/۹	حساسیت
۸۷/۵	۴۷/۳ - ۹۹/۷	۸۷/۵	۴۷/۳ - ۹۹/۷	ویژگی
۹۴/۱	۷۱/۷ - ۹۹	۷۳	۹۹/۱ - ۹۹/۱	ارزش اخباری مثبت
۷۷/۸	۴۸ - ۹۳	۵۰/۶	۹۷/۹ - ۹۷/۹	ارزش اخباری منفی
۸۸/۲	۶۹/۵ - ۹۷/۴	۷۳/۱	۹۸/۶ - ۹۸/۶	سطح زیر منحنی ROC
۷۳/۸	---	--	---	درصد توافق (kappa)

\* مقادیر به صورت درصد گزارش شده است.



شکل ۱: منحنی ROC و سطح زیر منحنی در دو آزمون رادیوگرافی (X-ray) و سونوگرافی (sono) در تشخیص شکستگی آرنج (نتایج آزمون سی تی اسکن به عنوان گلد استاندارد می‌باشد)

## بحث

از رادیوگرافی در ۴۸ بیمار شکستگی را تشخیص داد و سونوگرافی در ۴۶ بیمار. در مقایسه با رادیوگرافی، سونوگرافی دارای حساسیت ۹۷.۹٪، ویژگی ۹۵٪، ارزش اخباری منفی ۹۵٪ و ارزش اخباری مثبت ۹۷.۹٪ بود<sup>(۴)</sup>. در مطالعه‌ای در سال ۲۰۲۳ توسط حسینی خامنه و همکاران، حساسیت و ویژگی تجمیعی سونوگرافی به ترتیب ۹۵٪ و ۸۷٪ گزارش شد. ارزش تشخیصی سونوگرافی بر اساس سطح زیر منحنی ROC معادل ۹۳٪ بود و پژوهشگران استفاده از سونوگرافی را به‌عنوان روش تصویربرداری تشخیصی نویدبخش در تشخیص شکستگی‌های آرنج کودکان توصیه کردند<sup>(۹)</sup>.

همان‌طور که اشاره شد، رادیوگرافی معمولاً برای ارزیابی شکستگی‌های مشکوک به کار می‌رود. با این حال، برآوردهای سازمان جهانی بهداشت نشان می‌دهد که حدود ۷۵٪ از جمعیت جهان به هیچ نوع خدمات تصویربرداری تشخیصی دسترسی ندارند. استفاده از سونوگرافی توسط پزشکان نه تنها در مراکز درمانی رایج، بلکه در محیط‌های دورافتاده نیز امکان‌پذیر است<sup>(۱۵)</sup>. همچنین، ویژگی بازتابی صوتی استخوان‌ها باعث می‌شود سونوگرافی قادر به تشخیص شکستگی‌هایی به کوچکی یک میلی‌متر باشد<sup>(۱۱)</sup>. سونوگرافی مزایای زیادی نسبت به سایر روش‌های تصویربرداری دارد، از جمله سرعت بالا، قابلیت حمل، قابل اعتماد بودن، عدم استفاده از اشعه و مقرون به‌صرفه بودن. با این حال، محدودیت‌هایی مانند وابستگی به اپراتور و دشواری در تعیین دقیق محل شکستگی باید در نظر گرفته شود<sup>(۲۰)</sup>.

## نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این مطالعه، استفاده از سونوگرافی در تشخیص شکستگی‌های آرنج قابل قبولی داشت که با رادیوگرافی و سی‌تی‌اسکن قابل مقایسه بود؛ بنابراین، سونوگرافی می‌تواند به‌عنوان روشی جایگزین و مکمل، به‌ویژه در موارد مشکوک به شکستگی با علائم بالینی مشخص، مورد استفاده قرار گیرد. البته در موارد مبهم و مشکوک، همچنان می‌توان از روش‌های استاندارد مانند رادیوگرافی و سی‌تی‌اسکن استفاده کرد.

از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به آزمایش‌های تشخیصی شامل سونوگرافی، رادیوگرافی و سی‌تی‌اسکن به‌صورت مرحله‌ای انجام شد که زمان‌بر بود اشاره کرد. حضور متخصص رادیولوژی برای انجام صحیح و دقیق سونوگرافی ضروری بود. هرچند در این مطالعه هزینه‌ای از بیماران دریافت نشد، اما مسئله تأمین هزینه‌ها و افزایش احتمالی آن باید در نظر گرفته شود. همچنین استفاده از حجم نمونه بزرگ‌تر با چالش‌هایی همراه بود؛ بنابراین، پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده با تعداد نمونه‌های بیشتر انجام شود. با توجه به حجم نمونه کوچک در مطالعه حاضر، پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده با تعداد بیشتری از بیماران دچار شکستگی انجام شود. همچنین انجام مطالعات کوهورت و پیگیری بیماران با استفاده از سونوگرافی جهت ارزیابی دقت تشخیصی مورد توصیه است. سونوگرافی می‌تواند به‌عنوان یک روش کم‌خطر تشخیصی در زنان باردار نیز مورد

مفصل آرنج یکی از مفاصل شایع درگیر در تروما بوده و از جمله مفاصل پرتکرار در تصویربرداری‌های بخش اورژانس است. شکستگی‌های مشکوک آرنج از جمله موارد شایع درخواست تصویربرداری در اورژانس بیمارستان‌ها محسوب می‌شوند. در اکثر موارد، رادیوگرافی با نماهای استاندارد قدامی-خلفی و نیمرخ برای ارزیابی اولیه مورد استفاده قرار می‌گیرد. با این حال، به دلیل اپی‌فیزهای استخوانی نشده و تصویربرداری‌های غیراستاندارد، به‌ویژه در کودکانی که ممکن است در حین رادیوگرافی همکاری نکنند، تشخیص شکستگی آرنج در کودکان می‌تواند چالش‌برانگیز باشد. همچنین، استخوان‌های در حال رشد حساسیت بیشتری نسبت به اشعه دارند. از این رو، روش‌های جایگزین تصویربرداری مانند سی‌تی‌اسکن (CT)، تصویربرداری رزونانس مغناطیسی (MRI) و سونوگرافی برای بهبود دقت تشخیصی مورد بررسی قرار گرفته‌اند<sup>(۱۲،۱۳)</sup>.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از سونوگرافی برای تشخیص شکستگی آرنج، دقت قابل قبولی دارد و نتایج آن به سی‌تی‌اسکن و رادیوگرافی نزدیک است. در همین راستا، مطالعه‌ای توسط لی و همکاران نشان داد که سونوگرافی آرنج در تشخیص شکستگی عملکرد مناسبی دارد، به‌ویژه زمانی که پزشکان آموزش کافی دیده باشند. در چنین مواردی، سونوگرافی می‌تواند به‌عنوان ابزار تشخیصی خط اول برای شکستگی‌های آرنج در کودکان مورد استفاده قرار گیرد<sup>(۱۴)</sup>. واینبرگ و همکاران گزارش کردند که سونوگرافی در تشخیص شکستگی‌های استخوان‌های بلند دارای حساسیت ۷۳٪ و ویژگی ۹۳٪ است و می‌تواند در شرایطی که دسترسی به رادیوگرافی وجود ندارد یا محدود است، به‌عنوان جایگزینی سریع مورد استفاده قرار گیرد<sup>(۱۵)</sup>.

آشویی و همکاران در یک فراتحلیل گزارش کردند که سونوگرافی برای تشخیص شکستگی‌های آرنج در کودکان دارای حساسیت ۹۷٪ و ویژگی ۹۰٪ است<sup>(۱۶)</sup>. حکیمی و همکاران دریافتند که حساسیت، ویژگی، ارزش اخباری مثبت و ارزش اخباری منفی سونوگرافی در تشخیص شکستگی‌های متاکارپال در مقایسه با رادیوگرافی به ترتیب ۸۴.۲٪، ۸۸.۵٪، ۸۳.۵٪ و ۸۹.۸٪ بود و میزان توافق کاپا ۰.۷۸ گزارش شد. با توجه به حساسیت و ویژگی بالای سونوگرافی در موارد مشکوک به شکستگی، این روش می‌تواند به‌عنوان روشی سریع، ارزان، غیرتهاجمی و قابل تکرار در شرایط اورژانس به کار رود<sup>(۱۷)</sup>.

مطالعه‌ای دیگر نشان داد که در بیماران بدون شکستگی، استفاده از سونوگرافی منجر به صرفه‌جویی حدود ۲۹ یورو برای هر بیمار نسبت به عدم استفاده از آن شده است و سونوگرافی در تشخیص شکستگی‌های پنهان آرنج در کودکان حساسیت بالایی دارد. همچنین، هنگامی که نتایج سونوگرافی و رادیوگرافی هر دو طبیعی باشند، می‌توان احتمال شکستگی را با اطمینان رد کرد که منجر به کاهش نیاز به بی‌حرکتی، پیگیری و هزینه‌های درمانی می‌شود<sup>(۱۸)</sup>. اکرت و همکاران نشان دادند که استفاده

- 11 Miles KA, Lamont AC. Ultrasonic demonstration of the elbow fat pads. *Clin Radiol*. 1989;40(6):602-604. doi: 10.1016/s0009-9260(89)80317-4
- 12 Rabiner JE, Khine H, Avner JR, Friedman LM, Tsung JW. Accuracy of point-of-care ultrasonography for diagnosis of elbow fractures in children. *Ann Emerg Med*. 2013;61(1):9-17. doi: 10.1016/j.annemergmed.2012.07.112
- 13 Ultrasound Guidelines: Emergency, Point-of-Care and Clinical Ultrasound Guidelines in Medicine. *Ann Emerg Med*. 2017;69(5):e27-e54. doi: 10.1016/j.annemergmed.2016.08.457
- 14 Lee SH, Yun SJ. Diagnostic Performance of Ultrasonography for Detection of Pediatric Elbow Fracture: A Meta-analysis. *Ann Emerg Med*. 2019;74(4):493-502. doi: 10.1016/j.annemergmed.2019.03.009
- 15 Weinberg ER, Tunik MG, Tsung JW. Accuracy of clinician-performed point-of-care ultrasound for the diagnosis of fractures in children and young adults. *Injury*. 2010;41(8):862-868. doi: 10.1016/j.injury.2010.04.020
- 16 Ashoobi MA, Homaie Rad E, Rahimi R. The diagnostic value of sonographic findings in pediatric elbow fractures: A systematic review and meta-analysis. *Am J Emerg Med*. 2024;77:121-131. doi: 10.1016/j.ajem.2023.12.021
- 17 Hakimi Nia MB, Navkhasi S, Zamani Mehr N, Kahrizi N, Rostami M, Aslani M. Evaluation of Diagnostic Value of Clinical Ultrasonography Compared to Radiography in the Diagnosis of Metacarpal Fractures in the Emergency. *umsha-psj*. 2019;17(4):32. doi: 10.52547/psj.17.4.32
- 18 Burnier M, Buisson G, Ricard A, Cunin V, Pracros JP, Chotel F. Diagnostic value of ultrasonography in elbow trauma in children: Prospective study of 34 cases. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2016;102(7):839-843. doi: 10.1016/j.otsr.2016.07.009
- 19 Hosseini Khameneh SM, Amani-Beni R, Ahadiat SA, Kahrizi MS, Jafari S, Seyedinnavade S, et al. Diagnostic Accuracy of Ultrasonography for Identification of Elbow Fractures in Children; a Systematic Review and Meta-analysis. *Arch Acad Emerg Med*. 2023;11(1):e62. doi: 10.22037/aaem.v11i1.2078
- 20 Chemama B, Bonneville N, Peter O, Mansat P, Bonneville P. Terrible triad injury of the elbow: how to improve outcomes? *Orthop Traumatol Surg Res*. 2010;96(2):147-154. doi: 10.1016/j.rcot.2010.02.008

بررسی قرار گیرد. همچنین، کاربرد سونوگرافی در محیط‌های آبی نیز می‌تواند موضوع پژوهش‌های آتی باشد.

### تقدیر

با تشکر از واحد تحقیقات بالینی بیمارستان بقیه الله الاعظم (عج) که در اجرای این تحقیق یاری رساندند.

### منابع

- 1 Harrington IJ, Tountas AA. Replacement of the radial head in the treatment of unstable elbow fractures. *Injury*. 1981;12(5):405-412. doi: 10.1016/0020-1383(81)90012-7
- 2 Hildebrand KA, Patterson SD, King GJ. Acute elbow dislocations: simple and complex. *Orthop Clin North Am*. 1999;30(1):63-79. doi: 10.1016/s0030-5898(05)70061-4
- 3 Lee SH, Nam DJ, Yu HK, Kim JW. The lateral ligament is injured preferentially in posterolateral dislocation of the elbow joint. *Bone Joint J*. 2020;102-b(2):227-231. doi: 10.1302/0301-620x.102b2.Bjj-2019-0966.R1
- 4 Eckert K, Ackermann O, Schweiger B, Radeloff E, Liedgens P. Ultrasound evaluation of elbow fractures in children. *J Med Ultrason* (2001). 2013;40(4):443-451. doi: 10.1007/s10396-013-0446-3
- 5 O'Dwyer H, O'Sullivan P, Fitzgerald D, Lee MJ, McGrath F, Logan PM. The fat pad sign following elbow trauma in adults: its usefulness and reliability in suspecting occult fracture. *J Comput Assist Tomogr*. 2004;28(4):562-565. doi: 10.1097/00004728-200407000-00021
- 6 Alzen G, Benz-Bohm G. Radiation protection in pediatric radiology. *Dtsch Arztebl Int*. 2011;108(24):407-714. doi: 10.3238/arztebl.2011.0407
- 7 Moritz JD, Berthold LD, Soenksen SF, Alzen GF. Ultrasound in diagnosis of fractures in children: unnecessary harassment or useful addition to X-ray? *Ultraschall Med*. 2008;29(3):267-274. doi: 10.1055/s-2008-1027329
- 8 Moritz JD, Hoffmann B, Meuser SH, Sehr DH, Caliebe A, Heller M. [Is ultrasound equal to X-ray in pediatric fracture diagnosis?]. *Rofo*. 2010;182(8):706-714. doi: 10.1055/s-0029-1245371
- 9 Patel DD, Blumberg SM, Crain EF. The utility of bedside ultrasonography in identifying fractures and guiding fracture reduction in children. *Pediatr Emerg Care*. 2009;25(4):221-225. doi: 10.1097/pec.0b013e31819e34f7
- 10 De Maeseneer M, Jacobson JA, Jaovisidha S, Lenchik L, Ryu KN, Trudell DR, et al. Elbow effusions: distribution of joint fluid with flexion and extension and imaging implications. *Invest Radiol*. 1998;33(2):117-125. doi: 10.1097/00004424-199802000-00010

## فیوژن انتخابی توراколومبار/لومبار در اسکولیوز ایدیوپاتیک نوجوانان (مقاله مروری)

### چکیده:

اسکولیوز ایدیوپاتیک نوجوانان (AIS) یک ناهنجاری سه‌بعدی ستون فقرات و عامل ناتوانی‌های جسمی-روانی است. درمان پیش از جراحی برای بهبود ظاهر بیمار و حفظ عملکرد ستون فقرات حیاتی است. جراحی اصلاحی، تحرک و تعادل ستون فقرات را بازمی‌گرداند. در موارد دو انحنای هم‌زمان، فیوژن انتخابی با اصلاح یک انحنا، موجب اصلاح خودبه‌خودی انحنای دوم می‌شود. این روش به دلیل حفظ حرکت بیشتر ستون فقرات مورد توجه جراحان است، ولی کمبود اطلاعات، مانع استفاده گسترده از آن شده است. مطالعه حاضر فیوژن انتخابی توراколومبار/لومبار را بررسی کرده و نتایج جراحی و عوارض آن را برای جراحان تشریح می‌کند تا انتخاب روش جراحی تسهیل شود. شواهد تأیید می‌کنند که فیوژن انتخابی تورااسیک برای AIS مؤثر و ایمن است و اصلاح قابل توجهی را ارائه می‌دهد، کیفیت زندگی را بهبود می‌بخشد و عوارض کمتری در مقایسه با رویکردهای گسترده دارد. تحقیقات آینده معیارهای انتخاب بیمار را بهبود بخشیده و اثرات بلندمدت را بررسی کنند.

واژگان کلیدی: ستون فقرات، کیفوز، اسکولیوز

پذیرش مقاله: ۴۵ روز قبل از چاپ

دکتر محسن مطلبی، دکتر حمید حصاری کیا، دکتر کیوان اسدی، دکتر علیرضا شاکری صفت

### مقدمه

مرکز تحقیقات تروما، دانشگاه علوم پزشکی  
بقیه‌الله (عج)، تهران، ایران

اسکولیوز ایدیوپاتیک نوجوانان (adolescent idiopathic scoliosis; AIS) وضعیتی است که موجب تغییر شکل سه‌بعدی در ستون فقرات و بالاتنه می‌شود. در حالی که AIS می‌تواند در طول دوره رشد پیشرفت کرده و باعث مشکلاتی از نظر زیبایی شود، معمولاً بدون نشانه است. برخی از محققین طبقه بندی‌های خاصی برای AIS استفاده کرده‌اند<sup>(۱،۲)</sup>، با این وجود هر کدام معایب خود را دارند و هیچ یک کامل نیستند.

تعیین لول‌های فیوژن یکی از چالش‌برانگیزترین مسائل در درمان AIS محسوب می‌شود. با اینکه اصول جوش خوردگی که توسط مو و همکاران<sup>(۳)</sup> منتشر شد، تاکنون تغییرات اساسی نداشته است، اما با پیشرفت سیستم‌های ابزارگذاری، اصلاحاتی در این روش مورد نیاز است. جراحی اصلاحی در AIS با هدف ایجاد یک ستون فقرات اصلاح‌شده و متعادل، جلوگیری از پیشرفت انحنا و حفظ حداکثر حرکت ستون فقرات انجام می‌شود. در نتیجه، فیوژن انتخابی (SF) که در آن فقط انحناهای ساختاری درمان شده و انحناهای غیرفعال برای حفظ تحرک ستون فقرات نادیده گرفته می‌شوند، اخیراً مورد توجه جراحان ستون فقرات قرار گرفته است<sup>(۴-۱۰)</sup>.

در سال ۱۹۸۳، کینگ و همکاران<sup>(۱۱)</sup> فیوژن انتخابی را در ارتباط با فیوژن انتخابی تورااسیک (STF) در اسکولیوز نوع ۲ کینگ معرفی کردند. علاوه بر این، فیوژن انتخابی در نوجوانانی که انحناهایی در ستون فقرات تورااسیک و توراколومبار یا لومبار (TL/L) دارند، به این صورت تعریف می‌شود که جوش خوردگی فقط برای یکی از انحناها انجام شده و انتظار می‌رود انحناهای دیگر به‌صورت خودبه‌خودی بهبود یابد<sup>(۱۱-۱۵)</sup>.

تاکنون، مزایای مشخصی برای این روش ارائه نشده است. برخی از جراحان معتقدند که جوش خوردگی کامل منجر به استحکام بیشتر ستون فقرات، کاهش شکست درمان و بهبود نتایج جراحی می‌شود. در مقابل، برخی دیگر که SF را ترجیح می‌دهند، بر این باورند که افزایش تحرک ستون فقرات، سطح فعالیت بالاتری را برای بیماران به ارمغان آورده و کیفیت زندگی آنان را پس از جراحی بهبود می‌بخشد<sup>(۴-۸)</sup>.

نکته مهم این است که فیوژن TL به همان اندازه که گسترش جوش خوردگی از تورااسیک به ستون فقرات کمتری باعث کاهش حرکت می‌شود، منجر به محدودیت حرکتی نخواهد شد؛ بنابراین، انتخاب فیوژن TL/L نیازمند ارزیابی دقیق برای دستیابی به حداکثر بهبود رادیوگرافیک و بالینی و حداقل عوارض است. علاوه بر این، انتخاب بیمار و تعیین مهره‌هایی که در جوش خوردگی قرار می‌گیرند، مهم‌ترین چالش در جوش خوردگی انتخابی TL/L محسوب می‌شود.

نویسنده مسئول:

دکتر علیرضا شاکری صفت

Email address:

Alirezashakerisfat@gmail.com

**معیارهای فیوژن انتخابی توراکولومبار/لومبار (TL/L)**

در سال ۲۰۰۱، طبقه‌بندی لنکه برای اسکولیوز ایدیوپاتیک نوجوانان (AIS) بر اساس تأثیر فیوژن انتخابی در درمان معرفی شد. بر اساس این تکنیک، فقط انحناهای ساختاری باید در جوش خوردگی در نظر گرفته شوند و انحناهای غیرساختاری از برنامه درمان حذف شوند. فیوژن انتخابی TL/L برای انواع C ۵ و C ۶ لنکه تعریف شده است.<sup>(۹)</sup>

طبق طبقه‌بندی لنکه، زمانی که اندازه انحنا TL/L از انحنا تورااسیک بیشتر باشد، الگوی انحنا به‌عنوان لنکه C ۵ یا C ۶ طبقه‌بندی می‌شود. در نوع ۵ لنکه، انحنا تورااسیک در تصاویر بندینگ جانبی به کمتر از ۲۵ درجه و کیفیت T10-L2 به کمتر از ۲۰ درجه کاهش می‌یابد که چالشی در فیوژن انتخابی ایجاد نمی‌کند؛ اما در نوع ۶ لنکه، ممکن است مشکلاتی ایجاد شود، هرچند در برخی موارد هنوز امکان فیوژن انتخابی TL/L وجود دارد.<sup>(۱۵-۱۷)</sup>

به نظر می‌رسد که فیوژن انتخابی TL/L فقط در صورتی باید انجام شود که انحنا تورااسیک انعطاف‌پذیر باشد و بیمار به انتهای رشد اسکلتی نزدیک باشد.<sup>(۱۰)</sup> در غیر این صورت، انحنا تورااسیک به پیشرفت خود ادامه داده و منجر به عوارضی در بخش‌های وسیله گذاری شده‌ی بالا یا پایین ستون فقرات خواهد شد. همچنین، تجربه نشان داده است که فیوژن انتخابی TL/L در دختران قبل از بلوغ قاعدگی، ریسک بالاتری برای شکست جراحی دارد.

**مطالعات و معیارهای اولیه فیوژن انتخابی TL/L**

- دِوایر و شایفر (Dwyer & Schafer) این روش را انجام داده<sup>(۱۱)</sup> و معتقد بودند که تنها انحنا لومبار باید جوش داده شود، مشروط بر اینکه انحنا تورااسیک در تصاویر بندینگ جانبی کاملاً اصلاح شود.
- اوگیلوی (Ogilvie) در سال ۱۹۸۸<sup>(۱۲)</sup> معیارهای اولیه جوش خوردگی انتخابی TL/L را مشخص کرد که شامل:
  - انحنا تورااسیک اصلی (MT) جبرانی کمتر از ۴۰ درجه
  - انعطاف‌پذیری کافی
  - عدم وجود تغییر شکل ظاهری
- دِویرن و همکاران<sup>(۱۳)</sup> نشان دادند که سن بیمار و شدت انحنا، مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده در انعطاف‌پذیری انحنا هستند. انحناهای بزرگ‌تر و بیماران مسن‌تر انعطاف‌پذیری کمتری در انحنا ساختاری دارند.
- هویتما و همکاران<sup>(۱۴)</sup> نیز دریافتند که درصد اصلاح انحنا TL/L با افزایش سن کاهش می‌یابد.
- ماجد و همکاران<sup>(۱۵)</sup> نشان دادند که اگر اصلاح کمتر از ۵۰٪ از انحنا اولیه یا کمتر از ۴۰ درجه باشد، ممکن است نیاز به فیوژن انحنا جبرانی تورااسیک نیز باشد.

**معیارهای رادیوگرافیک لنکه برای فیوژن انتخابی TL/L**

لنکه و همکاران<sup>(۱۶)</sup> معیارهای رادیوگرافیک زیر را برای فیوژن انتخابی TL/L قدامی (Anterior) تعیین کردند:

- نسبت جابه‌جایی مهره‌ی رأس (AVT) در MT به TL/L بیشتر از ۱/۲۵ باشد،
  - نسبت چرخش مهره‌ی رأسی (AVR) در MT به TL/L بیشتر از ۱/۲۵ باشد.
  - انعطاف‌پذیری انحنا MT بیشتر از TL/L باشد. بهترین حالت: زاویه کاب در بندینگ جانبی MT کمتر از ۲۵ درجه.
  - کیفیت محل اتصال توراکولومبار T10-L2 کمتر از ۲۰ درجه
- همچنین معیارهای بالینی زیر را برای فیوژن انتخابی TL/L تعیین کردند:
- هم‌سطح بودن شانه‌ها یا بالاتر بودن شانه چپ
  - جابجایی تنه TL/L بیشتر از جابجایی تنه MT باشد
  - اندازه‌گیری اسکولیومتر TL/L بیش از MT باشد (با نسبت ۱/۲)
  - برجستگی دنده‌های تورااسیک از نظر زیبایی قابل قبول برای بیمار، والدین و جراح باشد، زیرا تغییرات دنده‌ی پس از جراحی حداقل خواهد بود.

**نتایج نهایی و معیارهای انتخاب بیمار**

ساندرز و همکاران<sup>(۱۷)</sup> در بررسی ۲ ساله ۴۹ بیمار که تحت جوش خوردگی انتخابی TL/L قدامی قرار گرفته بودند، نتیجه گرفتند که:

- انحنا تورااسیک کمتر از ۴۰ درجه می‌تواند نتایج قابل قبولی داشته باشد.
- بلوغ اسکلتی (طبق معیار غضروف تری رادیت) بهترین پیش‌بینی‌کننده‌ی نتیجه مطلوب بود.
- نسبت TL/L به MT در زاویه کاب بیشتر از ۱/۲۵
- انحنا TL/L کمتر از ۵۵ درجه
- یا زاویه کاب در رادیوگرافی بندینگ برای انحنا تورااسیک ۲۵ درجه یا کمتر، از پیش‌بینی‌کننده‌های موفقیت در جراحی بودند.

به نظر می‌رسد تمام این معیارها برای فیوژن TL/L قدامی، برای روش خلفی نیز قابل اجرا هستند.

**شاخص‌های کلیدی برای فیوژن انتخابی TL/L****کاندید مناسب**

نوع C ۵ و C ۶ لنکه

**معیارهای بالینی برای فیوژن انتخابی TL/L**

- شانه‌ها در یک سطح باشند یا شانه چپ بالاتر باشد
- جابجایی تنه در TL/L بیشتر از انحنا تورااسیک باشد

بزرگ‌تر و AVT ناحیه توراکولومبار/کمری در یک هفته پس از جراحی، انحناى TL/L با انعطاف‌پذیری کمتر، کایفوز بیشتر در TL، زاویه اتصال انتهایی بزرگ‌تر، تیلت LIV قبل از عمل کمتر از ۲۵ درجه و عدم توانایی در بازگرداندن شیب LIV به کمتر از ۸ و جابجایی UIV پیش از عمل  $\leq 2.5$  mm همه به‌عنوان عوامل خطر برای عدم تعادل کروئال پس از عمل CIB

عدم تعادل کروئال: عدم تعادل کروئال (CIB) به انحراف جانبی تنه در صفحه فرونتال اشاره دارد که به طور رادیوگرافیک به عنوان جابجایی افقی بیش از ۲ سانتی‌متر بین خط شاغول C7 و مرکز ساکروم تعریف می‌شود. این عارضه یک عارضه شناخته‌شده پس از جراحی انحراف ستون فقرات است که اغلب منجر به نگرانی‌های زیبایی و اختلال عملکردی می‌شود، اگرچه ارتباط آن با کمردرد در ارزیابی‌های کوتاه‌مدت هنوز قطعی نیست. گزارش شده‌اند<sup>(۳۱-۳۵)</sup>. با وجود بسیاری از مطالعات در مورد عوامل مؤثر بر CIB پس از عمل، بیشتر بیماران با CIB پس از عمل و عدم تعادل شانه در پایان دوره پیگیری تعادل کروئال و شانه دارند. علاوه بر این، CIB تأثیری بر درد کمر و نتیجه بالینی بیماران ندارد، حداقل در پیگیری‌های کوتاه‌مدت<sup>(۳۲،۳۶،۳۷)</sup>.

### مقایسه روش‌های قدامی و پشتی

مقایسه روش‌های قدامی و پشتی نشان داد که نرخ تصحیح در انحناى جوش خوردن TL/L، انحناى غیرجوش‌خورده قفسه سینه و عوارض مشابه بود<sup>(۲۴،۳۸)</sup>. از طرف دیگر، شیوع پایین‌تری از شکست ابزار و شبه‌جوشی و شیوع بالاتری از کایفوز در محل اتصال پروکسیمال (PJK) به دلیل سفتی ساختاری و سطوح جوش طولانی‌تر در روش پشتی گزارش شده است<sup>(۲۸،۳۹،۴۰)</sup>. حتی یک سطح جوش کمتر می‌تواند حرکت بیشتری را در این ناحیه حفظ کند، زیرا بیشتر حرکت ستون فقرات در ناحیه کمری اتفاق می‌افتد. لی و همکاران<sup>(۴۰)</sup> نشان دادند که جوش TL/L پشتی در بازگردانی لوردوز کمری (LL) و حفظ لوردوز در بخش‌های تجهیز شده نسبت به روش قدامی در پیگیری‌های بعد از عمل کوتاه‌مدت تا بلندمدت در صفحه ساجیتال برتر است. آن‌ها همچنین نشان دادند که حتی ابزارآلات نسل جدید با کیج‌های استراکچرال در روش قدامی نمی‌توانند از کایفوز بالقوه در قسمت وسیله گذاری شده در بلندمدت جلوگیری کنند. علاوه بر این، آن‌ها گزارش کردند که کایفوز توراسیک (TK) در هر دو گروه به خوبی بازگردانی شده است. با این حال، TK در گروه خلفی در پیگیری نهایی بالاتر بود، ولی این تفاوت از نظر آماری معنادار نبود. این نتایج با نتایج یک مطالعه متاآنالیز مطابقت داشت<sup>(۳۸)</sup>.

### فیوژن انتخابی TL/L در نوع ۶ لنکه

مطالعات کمی در مورد نتیجه انحناى توراسیک ساختاری غیرفیوز شده پس از فیوژن انتخابی TL/L در بیماران AIS نوع ۶ لنکه انجام شده است. چانگ و همکاران<sup>(۴۱)</sup> پارامترهای رادیوگرافی ۱۸ بیمار AIS نوع ۵ لنکه را با ۱۳ بیمار نوع ۶ مقایسه کردند که میانگین نرخ تصحیح ۳۲/۲٪ را پس از فیوژن انتخابی TL/L خلفی در گروه نوع ۶ نشان دادند. با این

مقدار انحناى TL/L در اسکولیومتر از مقدار انحناى توراسیک بیشتر باشد

### معیارهای رادیولوژیک برای فیوژن انتخابی TL/L

- نسبت جابجایی مهره‌های رأسی TL/L (AVT) به MT بیش از ۱/۲۵ باشد
- نسبت چرخش مهره‌های رأسی TL/L (AVR) به MT بیش از ۱/۲۵ باشد
- زاویه کاب TL/L به زاویه کاب MT بیش از ۱/۲۵ باشد

### معیارهای اضافی

- زاویه انحناى MT کمتر از ۴۰ درجه باشد
- انحناى TL/L کمتر از ۵۵ درجه باشد
- انعطاف‌پذیری MT بیشتر از TL/L باشد
- عدم وجود کایفوز در محل اتصال توراکولومبار ( $T10-L2 < 20^\circ$ )

### اپروچ قدامی یا خلفی

فیوژن انتخابی TL/L می‌تواند از روش‌های قدامی یا پشتی انجام شود. تصحیح و جوش دادن قدامی با استفاده از ابزارها نسبت به روش خلفی چندین مزیت دارد، به شرح زیر: ۱- نیروی تصحیح در فاصله بیشتری از مرکز انحنا در هر دو جابجایی جانبی و چرخش اعمال می‌شود که منجر به قدرت تصحیح بیشتری می‌گردد<sup>(۱۸-۲۰)</sup>، ۲- ستون فقرات در روش قدامی کوتاه‌تر می‌شود که در مقایسه با روش خلفی خطر آسیب کششی به نخاع را کاهش می‌دهد<sup>(۳،۱۸)</sup>، ۳- بخش‌های بیشتری از حرکات می‌توانند به دلیل سطوح جوش داده شده کوتاه‌تر حفظ شوند<sup>(۴۰،۲۱)</sup>، ۴- از پدیده "Crankshaft" در کودکان جلوگیری می‌شود<sup>(۱۸)</sup> که این امر با دید بهتر و جوش خوردن بین مهره ای و وابستگی کمتر به تکنیک همراه است<sup>(۲۲-۲۴)</sup>. همچنین، تصحیح چرخش مهره‌ها و کاهش بیماری در ناحیه‌های مجاور نیز به‌عنوان مزایای این روش گزارش شده است<sup>(۲۵)</sup>. عوارض شامل شکست ابزار، پسودوآرتروز، اختلالات ریوی، ناتوانی در گسترش سطح جوش و مکانیزم فشاری کایفوتیک بوده است<sup>(۲۷-۲۵)</sup>. با این حال، فقط ۲۳ گروه مطالعه (۳۸٪) به دلیل آگاهی جراحان روش‌های قدامی را انجام داده‌اند<sup>(۳۸)</sup>. همچنین، تصحیح بهتری با معایب کمتری از روش خلفی می‌توان با ظهور پیچ‌های پدیکولار به دست آورد که به افزایش استحکام ساختار ابزارهای ستون فقرات منجر می‌شود.

نرخ میانگین تصحیح ۷۰-۸۵٪ از انحناى TL/L جوش داده شده در روش‌های قدامی یا خلفی در نوع C5 لنکه گزارش شده است<sup>(۱۴،۲۹،۳۰)</sup>. همچنین، نرخ تصحیح ۴۰-۵۵٪ برای انحناى MT که فیوز نشده است با ۱ تا ۱۰ درجه از دست رفتن تصحیح در ارتباط با انحناى جوش داده شده یا جوش داده نشده در پیگیری نهایی گزارش شده است. با این حال، عدم تعادل کروئال و شانه بلافاصله پس از جراحی تا ۵۰٪ بوده که بیشتر آنها در طول پیگیری به تعادل خود رسیدند<sup>(۳۱،۳۲)</sup>. اگرچه شیب L5 قبل از عمل بیشتر از ۱۰° در رادیوگرافی‌های بندینگ، پایین‌ترین مهره وسیله گذاری شده (LIV) بزرگ‌تر، سن کمتر در زمان جراحی، انحناى TL/L

مه‌ره پایدار قرار داشت؛ بنابراین، انتخاب LIV ممکن است نیاز به در نظر گرفتن مه‌ره پایدار و LTV داشته باشد.

### الاینمنت ساژیتال

تعداد کمی از مقالات، پلن ساژیتال را در فیوژن انتخابی TL/L مورد ارزیابی قرار داده‌اند، با وجود اینکه پلن کروئال به‌طور گسترده‌تری بررسی شده است. ۳۹ بیمار با اسکولیوز ایدیوپاتیکی لنکه تایپ 5c که تحت فیوژن انتخابی posterior TL/L قرار گرفته بودند<sup>(۴۶-۴۷)</sup>، مورد ارزیابی قرار گرفتند و به دو گروه بر اساس کایفوز T5-T12 (sagittal modifier) تقسیم شدند: N (بین ۱۰ تا ۴۰ درجه) و M (کمتر از ۱۰ درجه). به‌طور کلی، انحنا اصلی TL/L، انحنا تورااسیک کوچکتر، کایفوز تورااسیک کلی TK(T1-12)، کایفوز تورااسیک پایینی LTK(T5-12)، کایفوز تورااکولومبار TLK(T10-12)، لوردوز گردنی (CL)، شیب T1، c7 sagittal vertical axis و اپکس کایفوز تورااسیک در مقایسه با قبل از عمل و پیگیری نهایی به‌طور معناداری تغییر کرده‌اند. لوردوز لومبار LL، شیب ساکرال (SS)، تیلت لگنی (PT) و نقطه انحناء بعد از جراحی تغییر معناداری نداشتند. در ارتباط با گروه‌های sagittal modifier، لنکه، TK پیش از عمل (T1-12)، TK (T5-12)، TK و TLK و CL از دو گروه به‌طور معناداری متفاوت بودند. بین دو گروه پس از عمل تفاوت معناداری وجود نداشت. این نتایج با مطالعه اوکوبو و همکارانش<sup>(۴۸)</sup> مطابقت داشت که نشان داد جراحی فیوژن انتخابی TL/L بیشتر احتمال دارد که بر گروه M تأثیر بگذارد تا گروه N در الاینمنت ساژیتال. در این زمینه، کارادامیر و همکاران<sup>(۴۹)</sup> پیشنهاد کردند که فیوژن انتخابی تنها برای sagittal modifier لنکه N انجام شود و نه برای بیمارانی که کایفوز T5-T12 آنها بیشتر از ۴۰ درجه است. از طرف دیگر، LL و پارامترهای اسپینولوپویک پس از فیوژن انتخابی TL/L تغییر می‌کنند<sup>(۵۰-۵۱)</sup>، به‌طوری که نشان می‌دهد طول میانگین فیوژن بیشتر بوده و LIV در موقعیت دورتر قرار می‌گیرد تا بر الاینمنت لومبوساکرال تأثیر بگذارد.

برای اولین بار در سال ۲۰۱۷، وانگ و همکاران<sup>(۵۲)</sup> تأثیر همبستگی بین فیوژن انتخابی خلفی تورااکولومبار/کمری (TL/L) و الاینمنت ساژیتال گردنی (CSA) را در ۳۰ بیمار مبتلا به اسکولیوز نوع 5c لنکه بررسی کردند. آن‌ها نتیجه گرفتند که اصلاح قوس کمری بعد از جراحی مستقیماً بر CSA تأثیر نمی‌گذارد. با این حال، اصلاح بیش‌از‌حد غیرمستقیم در قوس TL/L منجر به افزایش الاینمنت ساژیتال تورااسیک (TSA) شد که شیب ساژیتال T1 را افزایش داده و در نتیجه بر CSA در بیماران مبتلا به اسکولیوز نوع 5c لنکه تأثیر گذاشت. علاوه بر این، مشخص شد که شیب T1 در دوره‌های قبل و بعد از عمل با لوردوز C2-C7، کایفوز پروگزیمال (proximal-TK) و کایفوز کلی تورااسیک (global-TK) ارتباط دارد. افزایش TSA در برخی از بیماران باعث توسعه لوردوز گردنی (CL) به دلیل حفظ دید افقی شد. با این حال، برخی بیماران به دلیل سفتی ذاتی ستون فقرات گردنی، بازگشت کاهش لوردوز گردنی را تجربه کردند<sup>(۴۴)</sup>.

حال، نرخ تصحیح در هر دو انحنا فیوز شده TL/L و انحنا غیرجوش‌خورده قفسه سینه نسبت به گروه نوع 5c لنکه در هر زمان از مطالعه پایین‌تر بود. نتایج گزارش شده توسط دیرتو-سانتوس و همکاران<sup>(۴۳)</sup> از ۱۰ بیمار با انحنا AIS نوع 6c که تحت فیوژن انتخابی TL/L اقدامی قرار گرفتند، با نرخ تصحیح ۲۲/۴٪ از انحنا غیر فیوز شده تورااسیک نیز قابل مقایسه با مطالعه قبلی بود. بدتر شدن انحنا تورااسیک فیوز نشده در دوره پیگیری احتمالاً به پتانسیل رشد باقی‌مانده در زمان جراحی مربوط می‌شود<sup>(۱۷،۴۳)</sup>. انحنا جبرانی تورااسیک نسبتاً انعطاف‌پذیر است و احتمالاً پس از فیوژن انتخابی TL/L در بیماران با رشد اسکلتی نارس به‌طور خودبه‌خود تصحیح می‌شود.

با این حال، افزایش در انحنا تورااسیک فیوز نشده به دلیل نارس بودن نیاز به بررسی بیشتری دارد. چانگ و همکاران همچنین نشان دادند که هیچ تفاوت معناداری از نظر آماری در AVT ناحیه تورااکولومبار/لومبار در هیچ زمان‌سنجی وجود ندارد که ممکن است دلیل واقعی نمرات مشابه SRS-22 بین دو گروه باشد. در بیماران AIS، هدف درمان نهایی تصحیح ظاهر و تعادل ستون فقرات آنها در حالی است که سطح فیوژن را کمتر کند و فیوژن انتخابی TL/L گزینه درمانی ارزشمندی برای انحنا نوع 6c لنکه است.

### انتخاب پایین‌ترین مه‌ره وسیله گذاری شده (LIV)

یکی از مسائل اصلی در فیوژن انتخابی TL/L، انتخاب LIV است، به طوری که فیوژن بیشتر باعث اصلاح بهتر با حرکت کمتر ستون فقرات می‌شود؛ بنابراین، انتخاب LIV باید حداکثر اصلاح و حرکت را فراهم کند. وانگ و همکارانش<sup>(۴۴)</sup> دو فرمول برای انتخاب LIV و پیش‌بینی اصلاح و تعادل نهایی ارائه کردند: اول: فاصله نهایی مه‌ره آپیکال کمری (AV) منهای فاصله خط عمودی مرکزی ساکروم (CSVL) مساویست با ۱۴/۱ به علاوه ۱/۲ ضربدر (فاصله LIV-CSVL پیش از عمل) دوم:؛ فاصله AV-CSVL نهایی قفسه سینه مساویست با ۳۶/۲ به علاوه ۰/۵ ضربدر (فاصله AV-CSVL قفسه سینه پیش از عمل به علاوه ۰/۷ ضربدر (فاصله LIV-CSVL پیش از عمل). آن‌ها همچنین جابجایی تا ۲۸ میلی‌متر و کج شدن تا ۲۵ درجه را به عنوان معیارهای عمومی برای انتخاب LIV در نظر گرفتند. به عنوان مثال، فاصله AV-CSVL نهایی کمری ۲۵ میلی‌متر می‌تواند منجر به فاصله LIV-CSVL پیش از عمل کمتر از ۹/۱ میلی‌متر شود. زوانگ و همکاران<sup>(۴۵)</sup> معیارهای انتخاب LIV را به شرح زیر تعریف کردند: ۱- بالاترین مه‌ره‌ای که با CSVL تماس دارد، ۲- چرخش درجه یک یا کمتر در سیستم درجه‌بندی نش-مو در رادیوگرافی AP ایستاده، ۳- عبور CSVL بین دو پدیکل LIV در رادیوگرافی بندینگ سمت مقعر و ۴- عدم قرارگیری در قله کایفوز. بر اساس طبقه‌بندی کینگ، CSVL به صورت خط عمود بر خط کرست ایلپاک تعریف می‌شود<sup>(۴۷)</sup>. ایلها ربارده و همکاران<sup>(۴۶)</sup> نیز نشان دادند که در بیمارانی که پدیده افزودنی دارند (رشد بیشتر از ۵ درجه از کج شدن جلویی LIV)، LIV مه‌ره‌ای بود که در ۶۲/۵ درصد بیماران بالای آخرین مه‌ره تماس (LTV) و در ۸۷/۵ درصد بالای

## نتایج بلندمدت

نتایج درازمدت، رضایت بیماران و عوارض پس از فیوژن انتخابی TL/L از اطلاعات مهم به شمار می‌آیند. بر اساس مطالعه‌ای که اعتمادی فر و همکاران<sup>(۵۴)</sup> روی همه بیماران تحت فیوژن انتخابی (SF) برای ارزیابی نتایج طولانی‌مدت در اسکولیوز ایدیوپاتیک نوجوانان (AIS) انجام دادند، مشخص شد که بیماران به‌طور قابل‌توجهی بعد از جراحی بهبود یافتند. نسبت انحراف عرضی مهره رأسی توراسیک (AVT) به انحراف عرضی مهره رأسی توراکولومبار/کمری نیز به‌طور معناداری بهبود پیدا کرد. علاوه بر این، اعتمادفر و همکاران گزارش کردند که هیچ‌یک از بیماران دچار پیشرفت دفورمیتی، دفورمیتی افزایشی (adding-on deformity)، عدم تعادل در صفحه کرونال (coronal decompensation) یا نیاز به جراحی مجدد نشدند. همچنین، تحلیل رضایت بیماران نشان داد که ۸۵/۸٪ از بیماران راضی و ۹/۲٪ ناراضی بودند.

لوئر و همکاران<sup>(۵۵)</sup> بیماران تحت فیوژن انتخابی توراسیک را از بیماران تحت فیوژن TL/L متمایز کرده و هر گروه را به‌طور جداگانه بررسی کردند. میانگین زاویه انحنای کرونال TL/L قبل از جراحی  $8 \pm 45$  درجه و در اولین معاینه ایستاده  $16 \pm 7$  درجه بود که نشان‌دهنده ۶۴٪ اصلاح است. این میزان اصلاح در بررسی‌های میان‌مدت و پیگیری ۱۰ ساله نیز مشابه بود (به ترتیب ۶۲٪ و ۶۰٪ نسبت به قبل از جراحی؛  $P$ -value  $> 0.05$ ) قوس جبرانی MT که تحت فیوژن قرار گرفته بود، قبل از جراحی به‌طور متوسط  $25 \pm 8$  درجه، در اولین پیگیری ایستاده  $20 \pm 8$  درجه (۲۱٪ اصلاح) و در پیگیری ۱۰ ساله  $16 \pm 7$  درجه (۶۰٪ اصلاح نسبت به قبل از جراحی) بود. علاوه بر این، تعادل کرونال (CB) از  $3/1$  سانتی‌متر قبل از جراحی به  $0/9$  سانتی‌متر در پیگیری ۱۰ ساله کاهش یافت ( $P < 0.001$ ) که نشان‌دهنده بهبود قابل‌توجهی در بیماران تحت فیوژن انتخابی TL/L بود.

همچنین، کیفیوز توراسیک (TK) بعد از جراحی تفاوت معناداری نسبت به قبل از جراحی نشان نداد و لوردوز کمری (LL) نیز پس از جراحی نرمال باقی ماند، حتی با وجود هایپولوردوز کمری موقت در اولین پیگیری ایستاده<sup>(۲۸)</sup>.

در مطالعه دلفینو و همکاران<sup>(۵۶)</sup>، ۳۵ بیمار مبتلا به اسکولیوز ایدیوپاتیک نوجوانان (AIS) که تحت فیوژن انتخابی قدامی ناحیه توراکولومبار/لومبار (TL/L) قرار گرفته بودند، حداقل به مدت ۱۲ سال مورد ارزیابی قرار گرفتند. زاویه کاب TL/L قبل از جراحی  $49/5 \pm 9$  بود که میزان اصلاح آن در دوره پس از جراحی و پیگیری نهایی به ترتیب  $79 \pm 13$  و  $18 \pm 72$  بود. زاویه کاب ناحیه توراسیک قبل از جراحی  $31/4 \pm 14/2$  بود که پس از جراحی به  $11/9 \pm 18/4$  و در پیگیری نهایی به  $17/8 \pm 10/8$  کاهش یافت. چرخش مهره‌های رأسی از  $25/8 \pm 7/8$  به  $19/2 \pm 5/5$  و در نهایت به  $8 \pm 5/2$  بهبود یافت ( $P$ -value =  $0.001$ ). پارامترهای ساجیتال  $T5-T12=27/2$  و  $L1-S1=56/9$  (در هیچ‌یک از زمان‌های ارزیابی تغییر معناداری نداشتند. تعادل کرونال (CB) از  $2/4$  سانتی‌متر به  $1/6$  سانتی‌متر پس از جراحی و در پیگیری نهایی به  $0/8$

سانتی‌متر کاهش یافت ( $P$ -value =  $0.006$ ) و هیچ موردی از جراحی مجدد یا عفونت گزارش نشد. تنها یک بیمار به دلیل دژنراسیون علامت‌دار دیسک تحت عمل جراحی درد کمری قرار گرفت.

در مطالعه Direito-Santos و همکاران<sup>(۴۲)</sup>، فیوژن انتخابی TL/L از طریق روش قدامی در ۶۵ بیمار با لنکه نوع ۵ و ۱۰ بیمار با لنکه نوع C۶ با میانگین پیگیری ۹ سال بررسی شد. در بیماران لنکه نوع C۵، میزان اصلاح منحنی TL/L فیوژن شده  $10/5 \pm 1/85$  بود که در پیگیری نهایی نیز مشابه باقی ماند ( $P$ -value  $> 0.05$ ). در مورد منحنی توراسیک غیر فیوژن شده، میزان اصلاح پس از جراحی  $30/5 \pm 1/59$  بود که در پیگیری نهایی به  $28/9 \pm 1/66$  افزایش یافت ( $P$ -value  $< 0.018$ ). CB از  $14 \text{mm} \pm 28/9$  به  $6/7 \text{mm} \pm 5/7$  کاهش یافت ( $P$ -value  $< 0.001$ ) و در پیگیری نهایی تغییر معناداری مشاهده نشد. زاویه کیفوز توراسیک (TK) و لوردوز کمری (LL) نیز نسبت به مقادیر قبل از جراحی تفاوت معناداری نداشتند.

در گروه لنکه نوع C۶، میانگین زاویه کاب TL/L قبل از جراحی  $13/9 \pm 58/6$  بود که پس از جراحی به  $14/5 \pm 22/6$  کاهش ( $P$ -value  $< 0.001$ ) و میزان اصلاح آن  $20/6 \pm 1/62$  بود که در پیگیری نهایی نیز مشابه باقی ماند ( $P$ -value  $> 0.05$ ). زاویه کاب توراسیک از  $7/6 \pm 39$  به  $10/1 \pm 30/6$  کاهش یافت ( $P$ -value  $0.008$ ) و میزان اصلاح آن  $17/5 \pm 22/4$  بود. در پیگیری نهایی، زاویه کاب توراسیک  $10/7 \pm 29/3$  بود و تغییر معناداری نسبت به زمان پس از جراحی مشاهده نشد. در این گروه، CB از  $14/5 \text{mm} \pm 20/9$  قبل از جراحی به  $14/2 \text{mm} \pm 16/6$  در پیگیری نهایی کاهش یافت ( $P$ -value =  $0.086$ ). در ۱۰ بیمار (۱۵/۴٪) از گروه C۵ و دو بیمار (۲۰٪) از گروه C۶، جوش نخوردگی بدون علامت در آخرین سطح مشاهده شد. در ارزیابی رادیوگرافیک نهایی، هیچ تغییر دژنراتیو معناداری مشاهده نشد.

علاوه بر این، چن و همکارانش<sup>(۵۷)</sup> (Chen et al.) مطالعه‌ای روی بیماران مبتلا به اسکولیوز ایدیوپاتیک نوجوانان (AIS) نوع ۵ لنکه (Lenke type AIS) با میانگین پیگیری  $11/26 \pm 0/85$  سال انجام دادند تا تأثیر جوش دادن انتخابی خلفی (posterior selective TL/L fusion) را ارزیابی کنند. میانگین زاویه کاب (Cobb) در انحنای توراسیک و توراکولومبار/لومبار (TL/L) قبل از عمل به ترتیب  $9/0 \pm 24/0$  درجه و  $45/4 \pm 6/3$  درجه بود که در سه ماه پس از عمل به  $12/2$  درجه و  $12/4$  درجه کاهش یافت و در پیگیری ۱۰ ساله، میزان از دست رفتن اصلاح به ترتیب  $2/2$  درجه و  $1/5$  درجه بود.

آن‌ها همچنین بیان کردند که ۲۰ نفر از ۳۷ بیمار در مطالعه‌شان قبل از عمل عدم بالانس کرونال (CIB) داشتند، اما بیشتر بیماران طی سه ماه نخست پس از عمل و در طول دوره پیگیری به سطح طبیعی رسیدند. علاوه بر این، میزان کیفوز توراسیک (TK) و زاویه جانکشنال پروگزیمال (PJA) در طول زمان به تدریج افزایش یافت. پدیده کیفوز جانکشنال پروگزیمال (PJK) در ۱ بیمار از ۳۷ نفر (۲/۷٪) در سه ماه پس از عمل و

- in idiopathic scoliosis. *Spine J.* 2014;14(7):1117-1124. doi:10.1016/j.spinee.2013.07.464
- 6 Studer D, Awais A, Williams N, Antoniou G, Eardley-Harris N, Cundy P. Selective fusion in adolescent idiopathic scoliosis: a radiographic evaluation of risk factors for imbalance. *J Child Orthop.* 2015;9(2):153-160. doi:10.1007/s11832-015-0654-z
  - 7 Bosch P, Kenkre TS, Londino JA, Cassara A, Yang C, Waters JH. Coagulation profile of patients with adolescent idiopathic scoliosis undergoing posterior spinal fusion. *J Bone Joint Surg Am.* 2016;98(20):e88. doi:10.2106/JBJS.15.01384
  - 8 Jiang J, Qian BP, Qiu Y, Wang B, Yu Y, Zhu ZZ. Full fusion of proximal thoracic curve helps to prevent postoperative cervical tilt in Lenke type 2 adolescent idiopathic scoliosis patients with right-elevated shoulder. *BMC Musculoskelet Disord.* 2017;18(1):1-7. doi:10.1186/s12891-017-1797-5
  - 9 Lenke LG, Edwards CC, Bridwell KH. The Lenke classification of adolescent idiopathic scoliosis: how it organizes curve patterns as a template to perform selective fusions of the spine. *Spine.* 2003;28(20):S199-207. doi:10.1097/01.BRS.0000092219.13639.96
  - 10 Lee CS, Hwang CJ, Lee DH, Cho JH. Five major controversial issues about fusion level selection in corrective surgery for adolescent idiopathic scoliosis: a narrative review. *Spine J.* 2017;17(7):1033-1044. doi:10.1016/j.spinee.2017.03.019
  - 11 Dwyer A, Schafer MF. Anterior approach to scoliosis: results of treatment in fifty-one cases. *J Bone Joint Surg Br.* 1974;56(2):218-224. doi:10.1302/0301-620X.56B2.218
  - 12 Ogilvie JW. Anterior spine fusion with Zielke instrumentation for idiopathic scoliosis in adolescents. *Orthop Clin North Am.* 1988;19(2):313-317. PMID: 3282199
  - 13 Deviren V, Berven S, Kleinstueck F, Antinnes J, Smith JA, Hu SS. Predictors of flexibility and pain patterns in thoracolumbar and lumbar idiopathic scoliosis. *Spine.* 2002;27(21):2346-2349. doi:10.1097/00007632-200211010-00008
  - 14 Huitema GC, Jansen RC, van Ooij A, Punt IM, van Rhijn LW. Predictability of spontaneous thoracic curve correction after anterior thoracolumbar correction and fusion in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine J.* 2015;15(5):966-970. doi:10.1016/j.spinee.2013.06.091
  - 15 Majd ME, Castro FP, Holt RT. Anterior fusion for idiopathic scoliosis. *Spine.* 2000;25(6):696-702. doi:10.1097/00007632-200003150-00008
  - 16 Lenke LG, Bridwell KH, Baldus C, Blanke K. Preventing decompensation in King type II curves treated with Cotrel-Dubousset instrumentation. *Spine.* 1992;17(8 Suppl):S274-281. doi:10.1097/00007632-199208001-00004
  - 17 Sanders AE, Baumann R, Brown H, Johnston CE, Lenke LG, Sink E. Selective anterior fusion of thoracolumbar/lumbar curves in adolescents: when can the associated thoracic curve be left unfused? *Spine.* 2003;28(7):706-713. doi:10.1097/01.BRS.0000051923.07449.9A
  - 18 Dwyer A, Newton N, Sherwood A. An anterior approach to scoliosis. *Clin Orthop Relat Res.* 1969;62:192-202. PMID: 5785953
  - 19 Luk KD, Leong JC, Reyes L, Hsu LC. The comparative results of treatment in idiopathic thoracolumbar and lumbar scoliosis using the Harrington, Dwyer, and Zielke instrumentations. *Spine.* 1989;14(3):275-280. doi:10.1097/00007632-198903000-00007

در ۱۲ بیمار از ۳۷ نفر) ۳۲/۴٪ (در ۱۰ سال پیگیری مشاهده شد، اما هیچ تفاوت معناداری بین گروه M و گروه N (بر اساس اصلاح‌کننده ساجیتال لنکه) و بین گروه عدم تعادل و گروه تعادل یافته در بازه سه ماه و ده سال پس از عمل دیده نشد؛ بنابراین، PJK همچنان یک مشکل چندعاملی و مکانیزم جبرانی پویا محسوب می‌شود که به حفظ تعادل بدن و کاهش مصرف انرژی در حین راه رفتن یا ایستادن کمک می‌کند. پدیده «افزودگی (Adding-on phenomenon)» و دکامپنسیشن انحنا توراسیک فیوز نشده به‌عنوان عوارض مهم فیوژن انتخابی (SF) شناخته می‌شوند که باعث می‌شوند برخی جراحان ستون فقرات از این تکنیک استفاده نکنند. پدیده افزودگی با کاهش تدریجی اصلاح، انحراف پیش‌رونده مهره‌های ناحیه لومبار، یا تغییر زاویه دیسک‌ها در زیر مهره انتهایی جوش‌خورده (LIV) مشخص می‌شود. میزان بروز پدیده افزودگی و دکامپنسیشن انحنا توراسیک به ترتیب تا ۳۶٪ و ۲۹٪ گزارش شده است<sup>(۶)</sup>. با این حال، در بیشتر موارد نیازی به جراحی اصلاحی (revision surgery) وجود نداشت و بیماران نیز از نظر بالینی شکایتی نداشتند<sup>(۶،۴۵)</sup>.

## نتیجه‌گیری

به طور کلی، بخش بحث این مطالعه بر اثربخشی و ایمنی فیوژن انتخابی قفسه سینه برای اسکولیوز ایدیوپاتیک نوجوانان تأکید می‌کند. این مقاله اهمیت انتخاب مناسب بیماران، مزایای این روش بر کیفیت زندگی و ضرورت تحقیقات بیشتر برای پرداختن به شکاف‌های موجود در ادبیات را برجسته می‌کند. این یافته‌ها می‌توانند راهنمایی برای پزشکان در تصمیم‌گیری‌های آگاهانه در مورد گزینه‌های درمانی برای نوجوانان مبتلا به اسکولیوز باشند.

## منابع

- 1 Lenke LG, Betz RR, Harms J, Bridwell KH, Clements DH, Lowe TG, et al. Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am.* 2001;83(8):1169-1181. doi:10.2106/00004623-200108000-00006
- 2 King HA, Moe JH, Bradford DS, Winter RB. The selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 1983;65(9):1302-1313. doi:10.2106/00004623-198365090-00005
- 3 Moe JH. Modern concepts of treatment of spinal deformities in children and adults. *Clin Orthop Relat Res.* 1980;(150):137-153. PMID: 7438602
- 4 Edwards CC, Lenke LG, Peelle M, Sides B, Rinella A, Bridwell KH. Selective thoracic fusion for adolescent idiopathic scoliosis with C modifier lumbar curves: 2- to 16-year radiographic and clinical results. *Spine.* 2004;29(5):536-546. doi:10.1097/01.brs.0000108743.10876.8b
- 5 Senkoylu A, Luk KD, Wong YW, Cheung KM. Prognosis of spontaneous thoracic curve correction after the selective anterior fusion of thoracolumbar/lumbar (Lenke 5C) curves

- 20 Lenke L, Clements D, Harms J, Newton P, et al. Anterior single-rod instrumentation of the thoracic and lumbar spine: saving levels. *Spine*. 2003;28(20):S208-216. doi:10.1097/01.BRS.0000092218.87251.07
- 21 Wang ZW, Shen YQ, Wu Y, Li J, Liu Z, Xu JK, et al. Anterior Selective Lumbar Fusion Saving More Distal Fusion Segments Compared with Posterior Approach in the Treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis with Lenke Type 5. *Orthop Surg*. 2021;13(8):2327-2334. doi:10.1111/os.13074
- 22 Hee HT, Yu ZR, Wong HK. Comparison of segmental pedicle screw instrumentation versus anterior instrumentation in adolescent idiopathic thoracolumbar and lumbar scoliosis. *Spine*. 2007;32(14):1533-1542. doi:10.1097/BRS.0b013e318067dc24
- 23 Geck MJ, Rinella A, Hawthorne D, Macagno A, Koester L, Sides B, et al. Comparison of surgical treatment in Lenke 5C adolescent idiopathic scoliosis: anterior dual rod versus posterior pedicle fixation surgery. *Spine*. 2009;34(18):1942-1951. doi:10.1097/BRS.0b013e3181b03d82
- 24 Li M, Ni J, Fang X, Liu H, Zhu X, He S, et al. Comparison of selective anterior versus posterior screw instrumentation in Lenke 5C adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2009;34(11):1162-1166. doi:10.1097/BRS.0b013e31819e2c44
- 25 Tanaka M, Fujiwara Y, Uotani K, Yamauchi T, Misawa H. C-Arm-Free Anterior Correction for Adolescent Idiopathic Scoliosis (Lenke Type 5C): Analysis of Early Outcomes and Complications. *World Neurosurg*. 2021;149:e1090-e1097. doi:10.1016/j.wneu.2021.03.133
- 26 Sweet FA, Lenke LG, Bridwell KH, Blanke KM, Whorton J. Prospective radiographic and clinical outcomes and complications of single solid rod instrumented anterior spinal fusion in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2001;26(18):1956-1965. doi:10.1097/00007632-200109150-00007
- 27 Shufflebarger HL, Geck MJ, Clark CE. The posterior approach for lumbar and thoracolumbar adolescent idiopathic scoliosis: posterior shortening and pedicle screws. *Spine*. 2004;29(3):269-276. doi:10.1097/01.BRS.0000109882.74125.19
- 28 Yoshihara H. Surgical Treatment of Lenke Type 5 Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Systematic Review. *Spine*. 2019;44(13):E788-E799. doi:10.1097/BRS.0000000000003019
- 29 Bin Y, Zhang JG, Qiu GX, Lu WC, Wang YP, Shen JX, et al. Selective anterior thoracolumbar/lumbar fusion and instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis patients. *Chin Med J*. 2010;123(21):3003-3008. doi:10.3760/cma.j.issn.0366-6999.2010.21.011
- 30 Zhang Y, Lin G, Zhang J, Guo J, Wang S, Yang Y, et al. Radiographic evaluation of posterior selective thoracolumbar or lumbar fusion for moderate Lenke 5C curves. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2017;137(1):1-8. doi:10.1007/s00402-016-2594-6
- 31 Yang C, Zhao Y, Zhai X, Li J, Zhu X, Li M. Coronal balance in idiopathic scoliosis: a radiological study after posterior fusion of thoracolumbar/lumbar curves (Lenke 5 or 6). *Eur Spine J*. 2017;26(6):1775-1781. doi:10.1007/s00586-016-4921-6
- 32 Matsumura A, Iwamae M, Namikawa T, Kato M, Hori Y, Hidaka N, et al. Spontaneous improvement of postoperative coronal imbalance following selective thoracolumbar-lumbar fusion in Lenke 5C adolescent idiopathic scoliosis. *World Neurosurg*. 2021;148:e269-e275. doi:10.1016/j.wneu.2021.01.147
- 33 Li J, Hwang SW, Shi Z, Yan N, Yang C, Wang C, et al. Analysis of radiographic parameters relevant to the lowest instrumented vertebrae and postoperative coronal balance in Lenke 5C patients. *Spine*. 2011;36(20):1673-1678. doi:10.1097/BRS.0b013e31820e626e
- 34 Hwang CJ, Lee CS, Kim H, Lee DH, Cho JH. Spontaneous correction of coronal imbalance after selective thoracolumbar-lumbar fusion in patients with Lenke-5C adolescent idiopathic scoliosis. *Spine J*. 2018;18(10):1822-1828. doi:10.1016/j.spinee.2018.03.013
- 35 Yang X, Liu L, Song Y, Zhou C, Zhou Z, Wang L, et al. Pre- and postoperative spinopelvic sagittal balance in adolescent patients with Lenke type 5 idiopathic scoliosis. *Spine*. 2015;40(2):102-108. doi:10.1097/BRS.0000000000000688
- 36 Wang F, Zhou XY, Xu XM, Yang YL, Zhu XD, Bai YS, et al. Cervical sagittal alignment limited adjustment after selective posterior thoracolumbar/lumbar curve correction in patients with Lenke type 5C adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2017;42(9):E539-E546. doi:10.1097/BRS.0000000000001890
- 37 Etamadifar MR, Andalib A, Yazdi MM, Farzinnia S. Evaluation of long term outcome of selective fusion in patients with idiopathic scoliosis. *Int J Burns Trauma*. 2021;11(1):48-55. PMID: 33824782
- 38 Louer C, Yaszay B, Cross M, Bartley CE, Bastrom TP, Shah SA, et al. Ten-year outcomes of selective fusions for adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*. 2019;101(9):761-770. doi:10.2106/JBJS.18.00498
- 39 Delfino R, Pizones J, Ruiz-Juretschke C, Sánchez-Mariscal F, Zúñiga L, Izquierdo E. Selective Anterior Thoracolumbar Fusion in Adolescent Idiopathic Scoliosis: Long-Term Results After 17-Year Follow-Up. *Spine*. 2017;42(13):E788-E794. doi:10.1097/BRS.0000000000002001
- 40 Chen K, Chen Y, Shao J, Zhoutian J, Wang F, Chen Z, et al. Long-Term Follow-up of Posterior Selective Thoracolumbar/Lumbar Fusion in Patients With Lenke 5C Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Global Spine J*. 2020;11(7):1070-1079. doi:10.1177/2192568220965566
- 41 Shetty AP, Suresh S, Aiyer SN, Kanna R, Rajasekaran S. Radiological factors affecting post-operative global coronal balance in Lenke 5 C scoliosis. *J Spine Surg*. 2017;3(4):541-547. doi:10.21037/jss.2017.10.01
- 42 Fortin C, Grunstein E, Labelle H, Parent S, Feldman DE. Trunk imbalance in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine J*. 2016;16(6):687-693. doi:10.1016/j.spinee.2016.01.015
- 43 Hu B, Yang X, Yang H, Liu L, Chen P, Wang L, et al. Coronal imbalance in Lenke 5C adolescent idiopathic scoliosis regarding selecting the lowest instrumented vertebra. *World Neurosurg*. 2018;117:e522-e529. doi:10.1016/j.wneu.2018.06.067
- 44 Lin Y, Chen W, Chen A, Li F, Xiong W. Anterior versus posterior selective fusion in treating adolescent idiopathic scoliosis. *World Neurosurg*. 2018;111:e830-e844. doi:10.1016/j.wneu.2018.01.002
- 45 Pan W, Liu Z, Zhao Z, Li J, Zeng C, Zhu Z, et al. Comparison of spontaneous correction in thoracic curves after anterior versus posterior selective fusion in Lenke type 5C adolescent idiopathic scoliosis. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*.

- 2018;98(33):2650-5265. doi:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.33.010
- 46 Li J, Zhao Z, Tseng C, Zhu Z, Qiu Y, Liu Z. Selective fusion in Lenke 5 adolescent idiopathic scoliosis. *World Neurosurg.* 2018;118:e784-e791. doi:10.1016/j.wneu.2018.07.052
- 47 Chang SY, Son J, Zheng GB, Chang BS, Lee CK, Kim H. Clinical outcomes of selective fusion for the thoracolumbar-lumbar curve in patients with Lenke type 6C adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop B.* 2021;30(3):211-217. doi:10.1097/BPB.0000000000000751
- 48 Direito-Santos B, Queirós CM, Serrano P, Encarnação Â, Campos A, Oliveira A. Long-term follow-up of anterior spinal fusion for thoracolumbar/lumbar curves in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 2019;44(16):1137-1143. doi:10.1097/BRS.0000000000003041
- 49 Bunnell WP. The natural history of idiopathic scoliosis before skeletal maturity. *Spine.* 1986;11(8):773-776. doi:10.1097/00007632-198610000-00003
- 50 Wang Y, Bünger CE, Zhang Y, Wu C, Li H, Dahl B, et al. Lowest instrumented vertebra selection for Lenke 5C scoliosis: a minimum 2-year radiographical follow-up. *Spine.* 2013;38(14):E894-900. doi:10.1097/BRS.0b013e31829176c0
- 51 Zhuang Q, Zhang J, Wang S, Yang Y, Lin G. How to select the lowest instrumented vertebra in Lenke type 5 adolescent idiopathic scoliosis patients? *Spine J.* 2021;21(1):141-149. doi:10.1016/j.spinee.2020.08.002
- 52 Ilharborde B, Ferrero E, Angelliaume A, Lefèvre Y, Accadbled F, Simon AL, et al. Selective versus hyperselective posterior fusions in Lenke 5 adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J.* 2017;26(6):1739-1747. doi:10.1007/s00586-016-4813-9
- 53 Tauchi R, Kawakami N, Ohara T, Saito T, Tanabe H, Morishita K, et al. Sagittal alignment profile following selective thoracolumbar/lumbar fusion in patients with Lenke type 5C adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 2019;44(17):1193-1200. doi:10.1097/BRS.0000000000003043
- 54 Okubo T, Konomi T, Yanai Y, Furukawa M, Fujiyoshi K, Yamane J, et al. Selective Anterior Fusion Surgery Does Not Influence Global Spinal Sagittal Alignment in Lenke Type 5 Adolescent Idiopathic Scoliosis Patients. *Spine.* 2022;47(3):234-241. doi:10.1097/BRS.0000000000004254
- 55 Karademir G, Sarıyılmaz K, Özkunt O, Demirel M, Dikici F, Domaniç Ü. Does Thoracic Kyphosis Have Any Importance in Selective Versus Nonselective Fusion Preference in Patients With Lenke Type 5C Adolescent Idiopathic Scoliosis? *J Orthop Res Ther.* 2021;2021. doi:10.29011/2575-8241.000545
- 56 Wang F, Xu XM, Wei XZ, Zhu XD, Li M. Spontaneous thoracic curve correction after selective posterior fusion of thoracolumbar/lumbar curves in Lenke 5C adolescent idiopathic scoliosis. *Medicine.* 2015;94(29):e1156. doi:10.1097/MD.0000000000001156
- 57 Xu XM, Wang F, Zhou XY, Liu ZX, Wei XZ, Bai YS, et al. Sagittal balance in adolescent idiopathic scoliosis: a radiographic study of spinopelvic compensation after selective posterior fusion of thoracolumbar/lumbar (Lenke 5C) curves. *Medicine.* 2015;94(45):e1995. doi:10.1097/MD.0000000000001995

## آسیب عروقی پس از استئوتومی اطراف زانو (گزارش موردی)

### چکیده:

از آنجایی که مال الایمنت اندام تحتانی اطراف زانو یک ریسک فاکتور مستقل برای پیشرفت آرتروز می‌باشد، یک روش برای جلوگیری از آن جراحی استئوتومی اطراف زانو است و یکی از عوارض نادر آن آسیب به شریان‌ها می‌باشد. در این مطالعه سه مورد ارائه شده شامل دو مرد ۲۴ و ۴۲ ساله و یک دختر ۱۵ ساله که همه با تشخیص انحراف اندام تحتانی تحت استئوتومی زانو (پروگزیمال تیبیا یا دیستال فمو) قرار گرفته‌اند و پس از جراحی دچار آسیب شریانی شدند. تأخیر در تشخیص آسیب از حدود ۱ ساعت تا حدود یک ماه پس از جراحی متغیر بود. بسته به نوع آسیب، تأخیر در تشخیص می‌تواند عوارض غیرقابل جبرانی داشته باشد که اصلاح این امر مستلزم معاینات دقیق‌تر پس از عمل و همچنین آگاه‌سازی بیمار نسبت به علائم هشدار آسیب عروقی می‌باشد.

واژگان کلیدی: ناهم‌ترازی استخوان، استئوتومی، شریان پوپلیتال

پذیرش مقاله: ۴۹ روز قبل از چاپ

دکتر محمد امین حیدری، دکتر محمد کاظم امامی میبیدی، دکتر محسن مطلبی

### مقدمه

مرکز تحقیقات تروما، دانشگاه علوم پزشکی  
بقیه‌الله (عج)، تهران، ایران

از آنجایی که انحراف اندام تحتانی اطراف زانو یک ریسک فاکتور مستقل برای پیشرفت آرتروز می‌باشد<sup>(۱،۲)</sup>، یک روش برای جلوگیری از آن جراحی استئوتومی اطراف زانو است<sup>(۳)</sup> که به روش‌های مختلفی در پروگزیمال تیبیا و دیستال فمور بسته به نوع انحراف انجام می‌گردد<sup>(۴،۵)</sup>.

استئوتومی پروگزیمال تیبیا (HTO) یک روش درمانی مرسوم در موارد علامتدار استئوآرتروز ایزوله فموروتیبیال مدیال می‌باشد که شامل oblique osteotomy, ach osteotomy, lateral close wedge, medial open wedge می‌باشد که دو مورد اول بیشتر مورد استفاده هستند<sup>(۶،۷)</sup> شایع‌ترین عوارض روش opening-wedge medial، عفونت، dvt از دست رفتن ریداکشن، شکستگی پلاتو لترال و دیر جوش خوردن یا جوش نخوردن می‌باشند<sup>(۸)</sup>. برخی عوارض نادر نیز شامل سندرم کمپارتمان و آسیب شاخه‌های عصبی عروقی پوپلیتال می‌باشند<sup>(۹،۱۰)</sup>.

هرچند که مطالعات مختلفی آسیب شریان پوپلیتال پس از استئوتومی را ذکر کرده‌اند<sup>(۱۱-۱۴)</sup>؛ اما در بیشتر آنها این آسیب تاخیر نداشته و بی‌علامت نبوده است بنابراین در این مطالعه سه مورد معرفی شده که آسیب شریانی در دو مورد از آنها با تاخیر بوده است.

نویسنده مسئول:

دکتر محمد کاظم امامی میبیدی

Email address:  
dr.mkemamimeybodi@gmail.com

وی بدلیل احتمال عفونت مجدداً بستری و تحت جراحی شستشو و دبریدمان قرار گرفت و آنتی‌بیوتیک برای وی شروع گردید. پس از ۳ روز با بهبود نسبی و جواب کشت منفی، بیمار ترخیص گردید. دو هفته بعد در درمانگاه تحت معاینه قرار گرفت که تورم نسبی در خلف و لترال زانو داشت ولی معاینات نوروواسکولار طبیعی بود و زخم بهبود یافته بود. بیمار تحت سونوکلرداپلر قرار گرفت که توده عروقی با احتمال آنوریسم در شریان پرونتال گزارش گردید که متعاقباً به سرعت بستری و تحت مشاوره جراحی عروق قرار گرفت. در آنژیوگرافی آنوریسم کاذب شریان پرونتال با قطر ۲ در ۲ سانتی متر گزارش شد. ترمیم عروقی توسط جراح عروق انجام شد و بیمار پس از بهبود زخم ترخیص گردید.

### کیس دوم

آقای ۴۲ ساله با ژنواروم دوطرفه که تحت جراحی اصلاحی medial open wedge HTO با پلاک توموفیکس و پیچ لاک قرار گرفت

### گزارش مورد

#### کیس اول

بیمار آقای ۲۴ ساله با ژنواروم دو طرفه که کاندید اصلاح دفورمیتی با روش medial open wedge high tibial osteotomy (HTO) بوده که اصلاح آن با پلاک توموفیکس و پیچ‌های لاک انجام شد و موقعیت آنها با اشعه چک شد.

پس از اتمام جراحی و بستن زخم تورنیکه آف شد و بیمار با معاینات نوروواسکولار طبیعی به بخش منتقل شد و پس از ۲ روز از جراحی از بیمارستان ترخیص شد.

در معاینه ۲ هفته بعد در درمانگاه درد خفیف در پروگزیمال ساق و باز شدگی مقداری از زخم جراحی و اکیموز در مدیال و پوستریور زانو دیده شد ولی معاینه نبض و کمپارتمان‌های زانو طبیعی بود.

بوده که جراحی با کارگذاری  $\text{displacement angle blade}$  انجام گردید. (شکل ۲) پس از اتمام جراحی و بستن زخم تورنیکه آف شد. سپس در بخش معاینه شد که نوروواسکولار نرمال بود. روز بعد مجدداً ویزیت شد که از درد شکایت داشت ولی در معاینه نوروواسکولار نرمال بود و تورم نیز خفیف بود.

بیمار باتوجه به یافته‌های طبیعی ۲ روز پس از جراحی ترخیص شد ولی دو روز بعد با شکایت درد شدید و تورم به اورژانس مراجعه کرد که در معاینه نبض دیستال قابل لمس نبود و تحت سونوگرافی کالرداپلر قرار گرفت که منطقه هایپواکو اطراف شریان پوپلیته آل (نشان دهنده هماتوم) و فقدان جریان در PTA و DP گزارش شد. مشاوره جراحی عروق انجام شد و CTA درخواست کرد که نشان دهنده فقدان جریان پس از شریان پوپلیته آل بود (شکل ۳). سپس بیمار تحت آمبولکتومی و ترمیم عروق و همچنین فاشیاتومی به دلیل سندرم کمپارتمان (و آسیب عصب پرونتال و تیبیال متعاقب آن) قرار گرفت.

و پس از بستن زخم تورنیکه آف شد. پس از جراحی در ریکواری بیمار تحت معاینه نبض قرار گرفت که طبیعی بود. حدود ۳۰ دقیقه بعد مجدداً تحت معاینه قرار گرفت که شریان‌های تیبیالیس خلفی و درسالیس پدیس اف ت واضحی در مقایسه سمت مقابل داشت.

همچنین در معاینه با پالس اکسیمتر نیز افت PaO2 دیده شد. بیمار در ریکواری اتاق عمل تحت سونوگرافی اورژانس قرار گرفت که جریان مونوفازیک گزارش شد و با شک به آسیب شریانی تحت آنژیوگرافی اورژانس قرار گرفت و با توجه به آسیب شریان پوپلیته آل و ترومبوز داخل عروقی تحت گرافت شریانی قرار گرفت. در این بیمار یک قسمت از استخوان پشت تیبیا در محل استئوتومی دیواره شریان را سوراخ کرده و اندوتلیوم را آسیب زده بود.

### کیس سوم

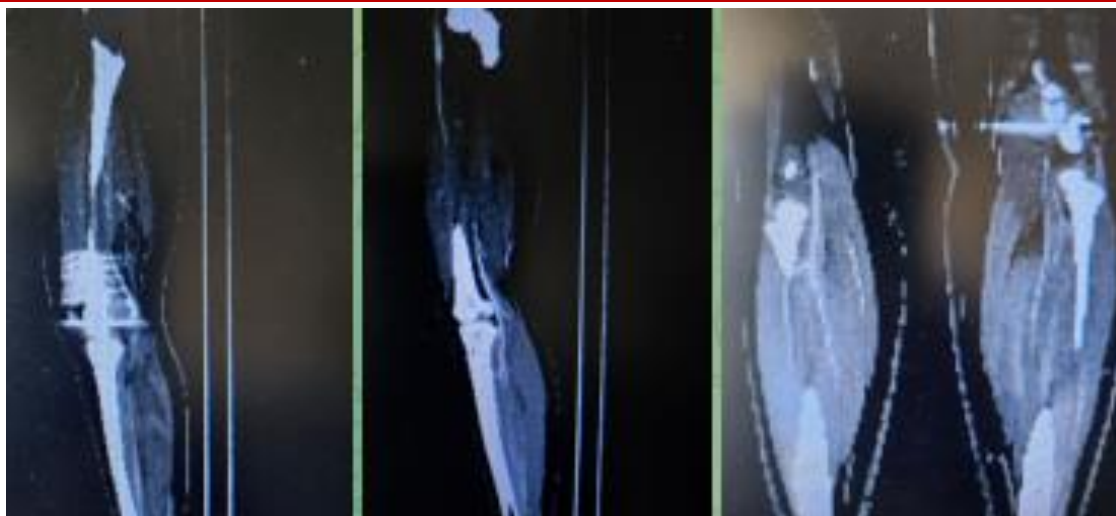
دختر ۱۵ ساله کیس ژنوالگوم دوطرفه (شکل ۱) که کاندید جراحی اصلاحی استئوتومی دیستال فمور با تکنیک medial close wedge



شکل ۲: عکس بعد از عمل



شکل ۱: عکس قبل از عمل



شکل ۳: از راست: نمای کرونال CTA و نمای ساژیتال پای سالم و پای درگیر

## بحث

پس از استئوتومی اطراف زانو عوارض مختلفی محتمل است از جمله سندرم کمپارتمان، VTE، آسیب عصبی و غیره. شایع‌ترین آسیب‌های عروقی، خونریزی حین عمل و متعاقباً ایسکمی حاد، زخم‌های التیام‌نیافته و ادم اندام است<sup>(۱۵)</sup>. در جراحی‌های ارتوپدی شایع‌ترین آسیب عروقی یاتروژنیک در شریان پوپلیته آل اتفاق می‌افتد<sup>(۱۶)</sup> K. Bemholf و همکاران شیوع ۰/۰۵ درصدی را برای آسیب شریان پوپلیته پس از HTO گزارش کردند. تشخیص آسیب عروقی از فوری (به دلیل خون ریزی) تا ۲۹ روز پس از عمل متفاوت بود (به دلیل سودوآنوریزم) همچنین یک سندرم کمپارتمان ۴۸ ساعت پس از جراحی شناسایی شد<sup>(۱۷)</sup>. در این مقاله سه کیس مطرح شد که آسیب دو مورد از آنها تا چند روز بی علامت بود درحالیکه تشخیص زود هنگام آسیب عروقی به دلیل جلوگیری از عوارض بیشتر مهم است برای مثال در کیس ۳ آسیب شریانی منجر به سندرم کمپارتمان مزمن با عوارض غیر قابل جبران گردید. مطالعات نشان میدهد که تاخیر بیش از ۱۲ ساعت در تشخیص همیشه منجر به پیامد ضعیف میگردد و همچنین چک منظم نبض پس از عمل بسیار ضروریست همچنین بیماران با آسیب عروقی پس از جراحی‌های الکتیو بیشتر مستعد پیگیری این موضوع در محافل قضایی هستند<sup>(۱۸،۱۹)</sup>.

## نتیجه‌گیری

هرچند که آسیب‌های شریان پوپلیته آل پس از جراحی شایع نیستند ولی ممکن است نتایج فاجعه باری داشته باشند. زمان تشخیص آسیب و ترمیم عروقی برای حفظ اندام بسیار ضروری میباشد. نتایج، زمانی که تشخیص و ترمیم بلافاصله پس از آسیب و در اتاق عمل می‌افتد بهتر است. تاخیر در تشخیص و بازسازی عروق احتمال عوارض را افزایش میدهد؛ بنابراین به عنوان رویکرد به تشخیص زود هنگام آسیب و کسب نتایج بهتر، پیشنهاداتی را مطرح کردیم از جمله ارزیابی منظم از نبض و گردش خون اندام پس از جراحی به همراه ثبت در پرونده، استفاده از پالس اکسی متر در هرگونه شک به ضعیف بودن نبض و آموزش به بیماران در رابطه با توجه به علائم هشدار آسیب عروقی و مراجعه زود هنگام به بیمارستان.

## منابع

- Gardiner A, Richmond JC. Osteotomies about the knee for tibiofemoral malalignment in the athletic patient. *Am J Sports Med.* 2010;38(5):1038-1047. doi:10.1177/0363546509335193.
- Gardiner A, Richmond JC. Osteotomies about the knee for tibiofemoral malalignment in the athletic patient. *Am J Sports Med.* 2010;38(5):1038-1047. doi:10.1177/0363546509335193.
- Webb M, Dewan V, Elson D. Functional results following high tibial osteotomy: A review of the literature. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2018;28:555-563. doi:10.1007/s00590-017-2112-8.
- Hoorntje A, Witjes S, Kuijjer PPFM, Koenraadt KLM, van Geenen RCI, Kerkhoffs GMMJ, et al. High rates of return to sports activities and work after osteotomies around the knee: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 2017;47:2219-2244. doi:10.1007/s40279-017-0726-y.
- Sabzevari S, Ebrahimipour A, Roudi MK, Kachooei AR. High tibial osteotomy: A systematic review and current concept. *Arch Bone Jt Surg.* 2016;4(3):204-212. PMID: 27517063; PMCID: PMC4969364.
- Miller BS, Downie B, McDonough EB, Wojtys EM. Complications after medial opening wedge high tibial osteotomy. *Arthroscopy.* 2009;25(6):639-646. doi:10.1016/j.arthro.2008.12.020.
- Motycha T, Eggerth G, Landsiedl F. The incidence of thrombosis in high tibial osteotomies with and without the use of a tourniquet. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2000;120(3-4):157-159. doi:10.1007/s004020050034.
- Howell GE. Case report: avascular necrosis of the proximal tibia following upper tibial osteotomy. *J R Nav Med Serv.* 1997;83(3):127-129. https://doi.org/10.1136/jrnms-83-127.
- Rubens F, Wellington JL, Bouchard AG. Popliteal artery injury after tibial osteotomy: report of two cases. *Can J Surg.* 1990;33(3):294-297. PMID: 2383838.
- Tandon SC, Kharbanda Y, Fraser AM. Aneurysm complicating high tibial osteotomy. *Acta Orthop Scand.* 1996;67(1):73-74. doi:10.3109/17453679608995615.
- Georgoulis AD, Makris CA, Papageorgiou CD, Moebius UG, Xenakis TA, Soucacos PN. Nerve and vessel injuries during high tibial osteotomy combined with distal fibular osteotomy: a clinically relevant anatomic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1999;7(1):15-19. doi:10.1007/s001670050114.
- Zaidi SH, Cobb AG, Bentley G. Danger to the popliteal artery in high tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg Br.* 1995;77(4):449-451. https://doi.org/10.1302/0301-620X.77B3.7744920.
- Freischlag JA, Sise M, Quinones-Baldrich WJ. Vascular complications associated with orthopedic procedures. *Surg Gynecol Obstet.* 1989;169(2):147-152. PMID: 2667173.
- Wilson JS, Miranda A, Johnson BL, Shames ML, Back MR, Bandyk DF. Vascular injuries associated with elective orthopedic procedures. *Ann Vasc Surg.* 2003;17(6):641-644. doi:10.1007/s10016-003-0074-2.
- Bernhoff K, Björck M. Iatrogenic popliteal artery injury in non-arthroplasty knee surgery. *Bone Joint J.* 2015;97-B(2):192-196. doi:10.1302/0301-620X.97B2.34353.
- Rudström H, Bergqvist D, Ogren M, Björck M. Iatrogenic vascular injuries in Sweden; a nationwide study 1987-2005. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2008;35(2):131-138. doi:10.1016/j.ejvs.2007.09.010.
- Rudström H, Bergqvist D, Ahlberg J, Björck M. Insurance claims after vascular surgery in Sweden. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2011;42(4):498-505. doi:10.1016/j.ejvs.2011.04.026.
- Tanamas SK, Hanna FS, Cicuttini FM, Wluka AE, Berry P, Urquhart DM. Does knee malalignment increase the risk of development and progression of knee osteoarthritis? A systematic review. *Arthritis Rheum.* 2009;61(4):459-467. doi:10.1002/art.24336.
- Brouwer GM, van Tol AW, Bergink AP, Belo JN, Bernsen RM, Reijman M, et al. Association between valgus and varus alignment and the development and progression of radiographic osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum.* 2007;56(4):1204-1211. doi:10.1002/art.22515.

## نانو هیدروکسی آپاتیت نیروی محرکه‌ای برای بازسازی بافت استخوان در جراحی ارتوپدی: چالش‌ها و آینده (مقاله مروری)

### چکیده:

امروزه نانو تکنولوژی به‌عنوان یک فناوری با پتانسیل‌های کاربردی گسترده در بسیاری از حوزه‌ها به ویژه در پزشکی، شناخته می‌شود. نانومواد و نانوساختارها به دلیل ابعاد فوق میکروسکوپی، مساحت بالا و خواص ویژه فیزیکی و شیمیایی، به‌طور فزاینده‌ای در جراحی‌های ارتوپدی به کار گرفته می‌شوند. امروزه این مواد به دلیل ویژگی‌های منحصر به فردی که دارند در تعامل با بافت‌های زنده، به عنوان اجزای کلیدی در پروتزها و ابزارهای پزشکی مطرح هستند و پیشرفت‌های چشمگیری را در مهندسی بافت‌های استخوانی، طراحی مواد قابل کاشت و فرایندهای تشخیصی و درمانی ایجاد کرده‌اند. در این مقاله از پایگاه‌های داده مختلف مانند Science Direct، Scopus، Scholar، SID، PubMed، ISI Web of Science استفاده شد و از کلیدواژه‌های نانو هیدروکسی آپاتیت، ترمیم نقایص استخوانی، پروتز، بررسی بالینی و ترمیم شکستگی نیز استفاده گردید. استفاده از نانومواد زیست سازگار در پروتزهای ارتوپدی به ویژه به دلیل توانایی آن‌ها در تحریک رشد سلولی، بازسازی بافت‌های آسیب دیده و بهبود ویژگی‌های محیط سلولی، تأثیر شگرفی بر ارتقاء درمان‌های ارتوپدی دارد. این فناوری‌ها توانسته‌اند فرآیندهای ترمیم استخوان‌ها را تسهیل کنند. این مقاله به جهت درک بهتر کاربرد هیدروکسی آپاتیت در مقیاس نانو ذره و اهداف درمانی بالقوه آن در جراحی‌های ارتوپدی تهیه شده است.

**واژگان کلیدی:** بازسازی استخوان، کلاژن نانو هیدروکسی آپاتیت، بیوتکنولوژی، پروتز اندام

پذیرش مقاله: ۵۲ روز قبل از چاپ

دکتر محسن رحیمی،<sup>۱</sup> دکتر بهرام جعفرنیا،<sup>۲</sup> دکتر کامیار زلف خانی،<sup>۳</sup> دکتر حسین پیرمحمدی،<sup>۴</sup> دکتر عسگر امامقلی

### مقدمه

امروزه کاربرد زیست‌مواد مختلف در حوزه پزشکی به طرز چشمگیری افزایش یافته است. به طور کلی، این مواد از ویژگی‌هایی برخوردارند که همزمان زیست‌سازگاری و خواص مکانیکی-فیزیکی مطلوب را فراهم می‌آورند. از مهم‌ترین و پتانسیل‌دارترین کاربردهای زیست‌مواد، جایگزینی فیزیکی اندام‌های بدن انسان و سایر جانوران است. از آنجا که سطح خارجی پروتزها با بافت زنده در تماس دائم قرار دارند از آلیاژهایی ساخته می‌شوند که در بدن مقاوم هستند. یکی از کاربردهای حیاتی پروتزها در جراحی‌های ارتوپدی، حمایت از استخوان‌ها و ترمیم نقایص اسکلتی است<sup>(۱)</sup>. هدف از این مطالعه بررسی کلی اثر نانوذرات هیدروکسی آپاتیت در تسریع ترمیم شکستگی‌های استخوانی و همچنین پوشش برای پروتز/ایمپلنت‌های ارتوپدی است.

کلمات کلیدی شامل نانو هیدروکسی آپاتیت، ترمیم نقایص استخوانی، پروتز، بررسی بالینی و ترمیم شکستگی بودند. در این تحقیق، مقالات منتشر شده در مجلات مختلف با استفاده از پایگاه‌های داده متنوع، از جمله ISI Web of Science، SID، Google Scholar، PubMed، Scopus و Science Direct جستجو و سپس مقالات مرتبط، مورد بررسی قرار گرفتند.

۱. بخش انگل‌شناسی و قارچ‌شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله، تهران، ایران
۲. بیمارستان دندانپزشکی شهید شکر، تهران، ایران
۳. مرکز تحقیقات تروما، دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله، تهران، ایران
۴. مرکز تحقیقات علوم اعصاب، دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله، تهران، ایران

نویسنده مسئول:

دکتر حسین پیرمحمدی

Email address:

Hoseinpm@gmail.com

## میکرو و نانوساختار بافت استخوان

نظر، پایداری زیستی و حداقل ایجاد پاسخ های بیولوژیکی/ایمونولوژیکی مخالف<sup>(۵)</sup>.

یکی از روش‌های عمومی برای زیست سازگار ساختن سطح پلیمرها، پیوند زدن مونومرها به سطح پلیمر است. با توجه به این نکته که زیست سازگاری، بیشتر به سطح پلیمر مربوط می‌شود تا به خواص توده‌ای و بدنه پلیمر، اصلاح سطحی پلیمر نیز عمدتاً به اصلاح خصوصیات فیزیکی-شیمیایی سطح پلیمر مانند، رطوبت پذیری بستگی دارد؛ بنابراین می‌توان از مونومرهای آب دوست بدین منظور استفاده کرد<sup>(۵)</sup>.

نانو فناوری زیستی، به‌عنوان یک فناوری پیشرفته و نوآورانه شاخه ای از علم نانو تکنولوژی است که تلفیقی از علوم نانو فناوری و زیست شناسی است. این حوزه با به کارگیری علوم زیست مولکولی، فیزیک و مهندسی مواد باعث پیشرفت های چشمگیری در زیست فناوری شده که آن نیز به نوبه خود باعث تحولات مهمی در علوم مختلف شده است؛ به عبارت دیگر نانو بیوتکنولوژی مرز اتصال بین علم حیات و علم مواد می باشد<sup>(۶)</sup>.

### نانوکامپوزیت‌ها

نانوکامپوزیت‌ها به کامپوزیت هایی که در مقیاس نانومتر باشد، اطلاق می‌شود. در واقع یک یا چند جزء از آن، ابعادی کمتر از ۱۰۰ نانومتر دارد و امروزه به‌عنوان یکی از انواع نانومواد، با قابلیت‌های کاربردی وسیع و چشمگیر مطرح هستند. نانوکامپوزیت ها از دو فاز تشکیل شده اند فاز اول ماتریس (پایه) نانوکامپوزیت و فاز دوم نیز ذراتی در مقیاس نانومتر است که به عنوان تقویت کننده و معمولاً با درصد خیلی پایین (حداکثر ۱۰ درصد) در درون فاز اول پراکنده شده و استحکام و خواص مکانیکی دیگر آن را بهبود می دهند. استخوان نیز به‌طور ذاتی نانوکامپوزیتی از نانوذرات آلی و معدنی است. این نانوساختارها در شکل‌گیری و بازسازی استخوان به‌منظور آغاز فرآیند ترمیم مورد استفاده قرار می‌گیرند<sup>(۷،۸)</sup>.

### تهیه پروتز/ایمپلنت بر پایه هیدروکسی آپاتیت

هیدروکسی آپاتیت فرم معدنی طبیعی آپاتیت کلسیم با فرمول  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$  است، اما معمولاً به صورت  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  نوشته می‌شود (شکل ۱). این ماده مهم‌ترین زیست سرامیک مورد استفاده در پزشکی و دندان پزشکی است که به دلیل خواص زیستی منحصر به فرد و شباهت ساختاری زیادی که به بافت سخت استخوان دارد، در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. از خواص این ماده می‌توان به قابلیت تحریک رشد استخوان، ایجاد پیوند مستقیم و چسبندگی مطلوب با استخوان را اشاره کرد. این ماده در پزشکی کاربردهای فراوانی دارد، از جمله در پر کردن استخوان‌های آسیب‌دیده، تولید داربست‌های استخوانی، پوشش‌دهی پروتزهای فلزی و ساخت سیمان استخوانی قابل تزریق. هیدروکسی آپاتیت با انواع مختلفی از سلول‌ها مانند استئوبلاست‌ها، استئوکلاست‌ها استخوان سازها زیست سازگاری مناسبی دارد و به دلیل شباهت ساختاری بین هیدروکسی آپاتیت و استخوان، سلول‌ها تمایزی بین این دو قائل نمی‌شوند<sup>(۹،۱۰)</sup>.

بافت استخوان یک بافت همبند تخصصی و پویا است که نقش‌های ساختاری و متابولیکی دارد، از جمله حمایت ساختاری، حفاظت از اندام‌ها و ذخیره مواد معدنی مانند کلسیم و فسفر. ماتریکس آن شامل الیاف کلاژن نوع ۱ و کریستال‌های هیدروکسی آپاتیت است که مقاومت و سختی آن را فراهم می‌کنند. بازسازی استخوان از طریق فعالیت هماهنگ استئوبلاست‌ها و استئوکلاست‌ها انجام می‌شود. در فرآیند ترمیم شکستگی، رگ‌زایی اهمیت حیاتی دارد، زیرا مواد مغذی و عوامل رشد مانند Vascular endothelial growth factor (VEGF) را تأمین می‌کند. اختلال در خون‌رسانی یا ثبات مکانیکی می‌تواند منجر به دیرجوش خوردگی یا جوش‌نخوردن ضایعه به‌ویژه در استخوان‌هایی با خون‌رسانی ضعیف شود<sup>(۲،۳)</sup>.

بافت استخوان به دو نوع اصلی تقسیم می‌شود: استخوان متراکم و استخوان اسفنجی. استخوان متراکم: این نوع استخوان با چشم غیر مسلح به صورت متراکم و بی‌شکل دیده می‌شود و لایه خارجی استخوان را تشکیل می‌دهد. این بافت استخوانی به دلیل ساختار فشرده‌ای که دارد، مقاومت بالایی را از خود در برابر فشار نشان می‌دهد. استخوان اسفنجی: این نوع استخوان از رشته‌های استخوانی به نام تراکولا (Trabecula) تشکیل شده که فضای بین آن‌ها با چشم غیر مسلح قابل رویت است. این نوع به دلیل ساختار باز و سبک خود، در کاهش وزن استخوان و افزایش مقاومت در برابر ضربه مؤثر است<sup>(۲،۳)</sup>.

### ترکیب شیمیایی استخوان

استخوان‌ها از مواد معدنی (حدود ۷۰٪) و مواد آلی (حدود ۳۰٪) تشکیل شده اند که سختی و مقاومت استخوان‌ها به علت وجود این ترکیب شیمیایی است<sup>(۲،۳)</sup>.

### سلول‌های استخوانی

سلول‌های مختلفی هستند که هر کدام نقش خاصی در ساختار و عملکرد استخوان دارند. سلول‌های استخوان‌ساز (استئوبلاست‌ها) مسئول تولید ماتریکس استخوانی هستند. سلول‌های استخوانی بالغ (استئوسیت‌ها) در لاکونا قرار دارند و به حفظ و نگهداری ماتریکس استخوانی کمک می‌کنند. سلول‌های استخوان‌خوار (استئوکلاست‌ها) نیز مسئول تجزیه و بازسازی استخوان‌ها هستند<sup>(۲-۴)</sup>.

### زیست سازگاری

به طور کلی یک ماده زیست سازگار به صورت یک ماده غیر زنده سنتزی یا طبیعی تعریف می‌شود که به عنوان قسمتی از یک سیستم زنده یا برای انجام عملی خاص در تماس مستقیم با جسم زنده و برای دوره ای مشخص در بدن به کار می‌رود. به منظور داشتن عملکردی درست، این ماده باید واجد استانداردهای مشخصی برای تماس با سیستم های زنده باشد. این استانداردها عبارتند از: خواص مکانیکی برای قسمت‌های مورد

استفاده از ساختارهای نانو، با جذب اولیه پروتئین‌ها روی سطح ایمپلنت/ پروتزها به کنترل اتصال سلولی و ترتیب واکنش‌های سلولی کمک خواهد کرد. به همین دلیل، طراحان پروتز در انتخاب مواد اولیه و طراحی ساختار آن‌ها دقت می‌کنند تا سطح تماس پروتز با محیط بدن به گونه‌ای باشد که کمترین تأثیر را در ایجاد واکنش‌های منفی داشته باشد. در نهایت، با وجود پیشرفت‌های علمی در این زمینه، همچنان تحقیق و توسعه در حوزه پروتزها ادامه دارد تا بهترین مواد و طراحی‌ها برای کاهش عوارض و بهبود عملکرد درون کاشت‌ها در بدن انسان به دست آید<sup>(۱۱-۱۳)</sup>. پروتزهای ساخته شده از مواد معمولی ممکن است باعث پس‌زدن آنها از بدن شوند، استفاده از نانوذرات هیدروکسی آپاتیت در تولید پروتزها موجب افزایش چسبندگی به استخوان شده و ویژگی‌های مکانیکی آنها را بهبود می‌بخشد. این نوع پروتزها به‌ویژه با پوشش‌های نانو، کمترین میزان شکستگی و پس‌زدگی را از خود نشان می‌دهند. از سوی دیگر، پروتزهای ارتوپدی با پوشش آنتی باکتریال نیز در حال تولید هستند<sup>(۱۵،۱۶)</sup>.

### ضرورت نانو فناوری در تولید پروتزها

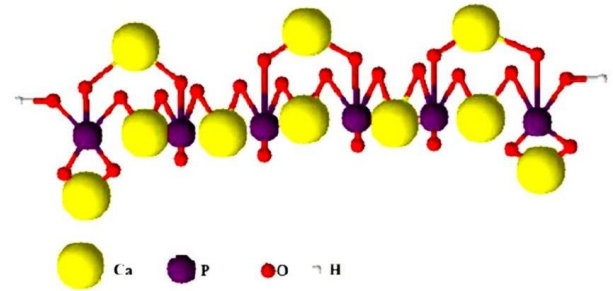
سطح پروتزهای مصنوعی می‌تواند باعث فعال شدن سیستم ایمنی و عدم پذیرش آنها توسط بدن شود که این مورد خصوصاً در جراحی‌های ارتوپدی از اهمیت بالایی برخوردار است؛ بنابراین، در طراحی پروتزها تلاش می‌شود که سطوح آن‌ها حتی الامکان به گونه‌ای طراحی شوند تا ناهموار و دارای میکروساختارهایی شبیه به نانو ساختار استخوان طبیعی باشد و بتواند شبیه‌سازی بافت طبیعی بدن را انجام دهند و به‌نوعی با بافت طبیعی همگن شود. همچنین ساختار متخلخل پروتزها به‌منظور تسهیل انتقال مواد ضروری برای رشد سلول‌ها ضروری به‌نظر می‌رسد این طراحی علاوه بر کاهش سطح تماس پروتز با بافت اصلی بدن احتمال پس‌زدن آن را نیز به میزان قابل توجهی کاهش خواهد داد<sup>(۱۷)</sup>. مطالعات نشان می‌دهند که در جراحی‌های ارتوپدی اعمال این تغییرات منتج به تحریک سلول‌های استئوبلاست که مسئول رشد و بازسازی استخوان هستند و به کاهش احتمال پس‌زدن پروتز کمک می‌کند. این نتایج، نشانگر اهمیت استفاده از نانوفناوری در بهبود ارتباط بین پروتز و بافت‌های بدن است<sup>(۱۷)</sup>.

### نانوپوشش‌های آنتی فونگال و آنتی باکتریال

یکی از چالش‌های اصلی در پروتزهای ارتوپدی، خطر عفونت است که می‌تواند منجر به شکست جراحی شود. نانوپوشش‌ها با خواص ضد عفونی کننده خود می‌توانند به کاهش این خطرات کمک کنند. این پوشش‌ها با استفاده از نانوذرات نقره، نانوذرات طلا یا نانولوله‌های کربنی، به سطح ایمپلنت اضافه می‌شوند و از رشد و تجمع باکتری‌ها جلوگیری می‌کنند<sup>(۱۹،۱۸)</sup>.

### تقویت ساختار و استحکام پروتزها

استفاده از فناوری نانو در تقویت ساختار پروتزها می‌تواند به طور قابل توجهی دوام و استحکام آن‌ها را افزایش دهد. نانوذرات یا نانولایه‌های



شکل ۱: ساختار نانو هیدروکسی آپاتیت

(<https://www.researchgate.net>)

از جمله کاربردهای مهم این بیوسرامیک می‌توان به استفاده در جراحی ارتوپدی به شکل پوشش در سطح پروتز و رهایش موضعی دارو با قابلیت آزادسازی کنترل شده، اشاره کرد. به دلایل مذکور این ماده به عنوان گزینه‌ای ایده‌آل در مهندسی بافت استخوان و پروتزهای مختلف در حوزه ارتوپدی محسوب می‌شود. نانوکامپوزیت‌های هیدروکسی آپاتیت نه تنها به دلیل شباهت بالای ترکیب شیمیایی و ساختاری با استخوان طبیعی، بلکه به دلیل ویژگی‌های منحصربه‌فردی چون تخلخل بالا، سطح بیشتر و استحکام مکانیکی بهتر نسبت به هیدروکسی آپاتیت خالص، به‌عنوان داربست‌های مهندسی بافت استخوان در تحقیقات و درمان‌های ارتوپدی در حال توسعه هستند. این ویژگی‌ها باعث بهبود عملکردهای مکانیکی و جذب پروتئین‌ها نیز در بدن می‌شود<sup>(۷،۹،۱۰)</sup>. هیدروکسی آپاتیت با روش‌های مختلفی تولید می‌شود که هر کدام مزایا و کاربردهای خاص خود را دارند<sup>(۱۱)</sup>. استفاده از هیدروکسی آپاتیت بصورت نانو پودر در ترمیم بافت استخوان علاوه بر این که عوارض جانبی خاصی را به همراه ندارد، بلکه می‌تواند زمان مورد نیاز برای پیوند یا بازسازی ناحیه‌ای از استخوان را که به دلایل مختلف، از جمله تصادف یا بیماری، از دست رفته است، به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش دهد. این روش در مقایسه با پیوند استخوان طبیعی که دارای ریسک‌های متعددی است، با درصد موفقیت بالاتری همراه بوده است<sup>(۱۲)</sup>. ایمپلنت ارتوپدی یک ابزار پزشکی است که برای تقویت یا جایگزینی کامل مفاصل و استخوان‌ها در نواحی آسیب‌دیده یا دفرمه شده، طراحی شده است. مثلاً یک بیمار ممکن است به دلایل مادرزادی به ایمپلنت نیاز داشته باشد<sup>(۱۳،۱۴)</sup>. جراح ارتوپد بسته به شرایط بیمار، ایمپلنت‌ها را با استفاده از ابزارهای مختلف ارتوپدی که مخصوص جراحی طراحی شده‌اند، با بافت آسیب دیده جایگزین می‌کند. بیشتر این ایمپلنت‌ها از آلیاژ تیتانیوم و فولاد ضد زنگ ساخته می‌شوند و برخی ممکن است دارای روکش پلاستیک نیز باشند. ساختار فلزی استحکام مناسب و روکش پلاستیکی به عنوان غضروف مصنوعی عمل می‌کند<sup>(۱۲-۱۴)</sup>. از آنجایی که سلول‌ها بر اساس ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی سطوح، قادر به تشخیص و انجام واکنش‌هایی مانند چسبندگی ترجیحی، مهاجرت و تکثیر هستند

- medicine: Cell-material interaction. *Bone*. 2024;179:116956. doi: 10.1016/j.bone.2023.116956.
- 7 Emamgholi A, Rahimi M, Kaka GR, Sadraie SH, Najafi S. Presentation of a novel model of chitosan- polyethylene oxidenanohydroxyapatite nanofibers together with bone marrow stromal cells to repair and improve minor bone defects. *Iran J Basic Med Sci*. 2015; 18:887-893. doi: 10.22038/ijbms.2015.5211.
  - 8 Zheng Y, Wang L, Bai X, Xiao Y, Che J. Bio-inspired composite by hydroxyapatite mineralization on (bis)phosphonate-modified cellulose-alginate scaffold for bone tissue engineering. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. 2022;635:127958. doi:10.1016/j.colsurfa.2021.127958.
  - 9 Mbarki M, Sharrock P, Fiallo M, ElFeki H. Hydroxyapatite bioceramic with large porosity. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2017;1;76:985-990. doi: 10.1016/j.msec.2017.03.097
  - 10 Zhou H, Lee J. Nanoscale hydroxyapatite particles for bone tissue engineering. *Acta Biomaterialia*. 2011;7(7): 2769-2781. doi: 10.1016/j.actbio.2011.03.019.
  - 11 Jin HH, Kim DH, Kim TW, Shin KK, Jung JS, Park HC. In vivo evaluation of porous hydroxyapatite/chitosan-alginate composite scaffolds for bone tissue engineering. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2012;51(5):1079-1085. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2012.08.027.
  - 12 Wang R, Ni S, Ma L, Li M. Porous construction and surface modification of titanium-based materials for osteogenesis: A review. *Front Bioeng Biotechnol*. 2022;25;10:973297. doi: 10.3389/fbioe.2022.973297.
  - 13 Awasthi A, Saxena KK, Dwivedi RK. An investigation on classification and characterization of bio materials and additive manufacturing techniques for bioimplants, *Materials Today: Proceedings*. 2021;44(1):2061-2068. doi: 10.1016/j.matpr.2020.12.176.
  - 14 Laschke MW, Strohe A, Menger MD, Alini M, Eglin D. In vitro and in vivo evaluation of a novel nanosize hydroxyapatite particles/poly(ester-urethane) composite scaffold for bone tissue engineering. *Acta Biomater*. 2010;6(6):2020-7. doi: 10.1016/j.actbio.2009.12.004.
  - 15 Yang D, Jin Y, Ma G, Chen X, Lu F, Nie J. Fabrication and Characterization of Chitosan/PVA with Hydroxyapatite Biocomposite Nanoscaffolds. *J Appl Polym Sci*. 2008;110:3328 – 3335. doi: 10.1002/app.28829.
  - 16 Teraoka K, Nonami T, Doi Y, Taoda H, Naganuma K, Yokogawa Y, Kameyama T. Hydroxyapatite implantation on the surface of pure titanium for orthopedic implants. *Mater Sci Eng C*. 2000;13:105-107. doi: 10.1016/S0928-4931(00)00183-1.
  - 17 Smith WR, Hudson PW, Ponce BA, Rajaram Manoharan SR. Nanotechnology in orthopedics: a clinically oriented review. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018;2;19(1):67. doi: 10.1186/s12891-018-1990-1.
  - 18 Ghosh R, Das S, Mallick SP, Beyene Z. A review on the antimicrobial and antibiofilm activity of doped hydroxyapatite and its composites for biomedical applications. *Mater Today Commun*. 2022;31;103311. doi: 10.1016/j.mtcomm.2022.103311.
  - 19 Cook SD, Thomas KA, Kay JF, Jarcho M. Hydroxyapatite-coated titanium for orthopedic implant applications. *Clin Orthop Relat Res*. 1988;232:225-243.
  - 20 Sebastiammal S, Fathima ASL, Henry J, Wadaan MA, Mahboob S, et al. Synthesis, Characterization, Antibacterial, Antifungal, Antioxidant, and Anticancer Activities of Nickel-Doped Hydroxyapatite Nanoparticles. *Fermentation*. 2022, 8, 677. doi:10.3390/fermentation8120677.

نازک که بر روی سطح پروتزها قرار می‌گیرند، می‌توانند با افزایش خواص مکانیکی از فرسایش و سایش جلوگیری کرده و خطر ترک خوردگی و شکستگی آنها را بهبود بخشد و به افزایش طول عمر ایمپلنت‌ها کمک کنند. همچنین باعث تسهیل استئواینترگراسیون (فرآیند پیوستن استخوان به سطح پروتز) و تحریک سلول‌های استخوانی می‌گردند<sup>(۲۰)</sup>.

### چشم‌انداز آینده

از این رو، می‌توان گفت که پوشش نانوهیدروکسی آپاتیت بر روی پروتزها در بهبود طراحی و عملکرد آنها در کاربردهای بالینی دارای نقشی کلیدی است. مواد زیست‌سازگار در ابعاد نانو نسبت به انواعی که دارای ساختار ماکرو هستند، سبب چسبندگی بهتر سلولی، افزایش دوام و تسریع فرآیند استخوان‌سازی می‌شوند که به نوبه خود موجب کاهش قابل توجه نرخ شکستگی و پس‌زدگی در پروتزها می‌شود. به طور کلی، استفاده از نانو هیدروکسی آپاتیت به عنوان پوشش دهنده پروتزها، هم به لحاظ بالینی و هم از نظر جنبه‌های علمی در مهندسی بافت، به عنوان یک پیشرفت مهم در علم پزشکی شناخته می‌شود.

### نتیجه‌گیری

با وجود مزایای فراوان، هنوز چالش‌هایی مانند توانایی در کنترل دقیق خواص مکانیکی، تولید در مقادیر انبوه با هزینه پایین و ارزیابی بالینی طولانی‌مدت در این زمینه وجود دارد. با این حال، با پیشرفت فناوری‌های تولید و ارزیابی مواد، انتظار می‌رود که پروتزها بر پوشش نانوهیدروکسی آپاتیت در آینده نقش مهمی در درمان بیماری‌ها و بهبود کیفیت زندگی انسان‌ها ایفا نمایند.

### منابع

- 1 Liu Y, Xu W, Liu S, Liu Z, Yan Z, et al. Effects of elastic modulus of porous implants on success rate of implant surgery – An in vivo study using miniature swine model. *Materials & Design*. 2024;239:112819. doi: 10.1016/j.matdes.2024.112819.
- 2 Marsell R, Einhorn TA. Discusses the biology of fracture healing, emphasizing the roles of vascularization and cellular activity. *Injury*. 2011;42(6): 551–555. doi:10.1016/j.injury.2011.03.031
- 3 Ding ZC, Lin YK, Gan YK, Tang TT. Molecular pathogenesis of fracture nonunion. *J Orthop Translat*. 2018;31;14:45-56. doi: 10.1016/j.jot.2018.05.002.
- 4 Stegen S, Van Gestel N, Carmeliet G. Bringing new life to damaged bone: the importance of angiogenesis in bone repair and regeneration. *Bone*. 2015 Jan;70:19-27. doi: 10.1016/j.bone.2014.09.017.
- 5 Cooper SL, Visser SA, Hergenrother RW, et al. Polymer. In: Ratner BD, Hoffman AS, Schoen FJ, Lemons JE, et al., editors. *Biomaterial science: an introduction to materials in medicine*. Elsevier Academic. 2004; 2: 67–79.
- 6 Hoveidaei AH, Sadat-Shojai M, Mosalamiaghili S, Salarikia SR, Roghani-Shahraki H, Ghaderpanah R, Ersi MH, Conway JD. Nano-hydroxyapatite structures for bone regenerative

**نمایه نویسندگان**  
**مجله جراحی استخوان و مفاصل ایران**  
**(دوره بیست و یکم، شماره‌های ۱ تا ۴)**

<p>۱۷۳-۱۶۲ ..... رحمانی، امیر</p> <p>۳۹-۳۴ ..... رستگار، شیروان</p> <p>۶-۱ ..... سبحانی، امیر</p> <p>۱۲-۷، ۴۵-۴۰ ..... صفری، میربهرام</p> <p>۶۸-۶۲ ..... علیزاده لاسکی، نادیا</p> <p>۱۴۵-۱۳۹ ..... فرهود، امیررضا</p> <p>۲۱-۱۷، ۹۰-۸۴ ..... فلاح، احسان</p> <p>۱۰۵-۱۰۳ ..... کریمی‌روزبهانی، آرین</p> <p>۱۶-۱۳ ..... مشرقی، داود</p> <p>۸۳-۷۷ ..... میرحسینی، محمدسجاد</p> <p>۷۵-۷۲ ..... مینایی، رضا</p> <p>۱۵۲-۱۴۶ ..... نژادتبریزی، بهزاد</p>	<p>۱۸۸-۱۷۴ ..... احمدی، عزیز</p> <p>۳۳-۳۰ ..... اخوت‌پور، محمد علی</p> <p>۱۵۸-۱۵۳ ..... اسماعیلی، سینا</p> <p>۱۳۳-۱۲۲ ..... اسماعیلی‌جاه، علی‌اکبر</p> <p>۱۶۱-۱۵۹ ..... آقاپور، رضا</p> <p>۱۱۴-۱۰۶ ..... ابراهیمی‌نسب، محمدمهدی</p> <p>۱۳۸-۱۳۴ ..... بهرام‌بیگی، محمدجواد</p> <p>۵۳-۴۶ ..... پیرمحمدی، حسین</p> <p>۹۷-۹۱ ..... پیسوده، کریم</p> <p>۷۱-۶۷ ..... جعفری‌زارع، محمد علی</p> <p>۶۱-۵۴ ..... دلیانی، مهسا</p> <p>۱۰۲-۹۸ ..... رزاقی، عبدالسلام</p>
--	--

## نمایه موضوعی

### مجله جراحی استخوان و مفاصل ایران (دوره بیست و یکم، شماره‌های ۱ تا ۴)

۶۸-۶۲..... تحلیل المان محدود .....	(۱-آ)
۷۱-۶۷..... تعویض کامل زانو .....	آکرومیون ۱۶۱-۱۵۹.....
۱۶۱-..... تنش باند وایر ۱۵۹.....	آرتريت عفونی ۷۱-۶۷.....
۱۵۸-۱۵۳..... توتال هیپ آرتروپلاستی .....	آرتروپاتی هموفیلیک ۱۴۵-۱۳۹.....
۲۹-۲۲..... تیبیا .....	آرتروپلاستی کامل هیپ ۴۵-۴۰.....
(ج)	آرتروسکوپی ۶-۱.....
۱۵۸-۱۵۳..... جراحی .....	آسیب‌های اعصاب محیطی ۱۲-۷.....
۴۵-۴۰..... جراحی ارتوپدی .....	آسیب‌های دست ۳۳-۳۰.....
(ح)	آسیب‌های روتاتور کاف ۶-۱.....
۳۹-۳۴..... حوادث ترافیکی .....	آسیب له شدگی ۱۰۵-۱۰۳.....
(د)	آکرومیون ۱۶۱-۱۵۹.....
۱۷۳-۱۶۲..... داربست زیستی .....	آلوگرافت ۶۱-۵۴, ۱۳۸-۱۳۴.....
(ر)	آنالیز المان محدود ۲۹-۲۲.....
۷۵-۷۲..... رادیوگرافی .....	آنمی ۱۵۸-۱۵۳.....
۷۵-۷۲, ۱۶-۱۳, ۵۳-۴۶, ۲۱-۱۷..... رباط صلیبی قدامی .....	اپی کندیلیت خارجی ۹۰-۸۴.....
۱۳۸-۱۳۴..... روش های جراحی .....	اتوگرافت ها ۵۳-۴۶, ۱۶-۱۳.....
۱۶-۱۳..... روش های فیزیوتراپی .....	ارزیابی نتیجه ۲۱-۱۷.....
(ز)	ارتوپدی ۳۹-۳۴.....
۱۰۲-۹۸..... زانو .....	استخوان های متاکارپال ۳۳-۳۰.....
۱۷۳-۱۶۲..... زیست مواد .....	استئوتومی ۲۹-۲۲.....
(ژ)	استئوزنز ایمپرفکتا..... ۱۱۴-۱۰۶ -
۲۹-۲۲..... ژنواروم .....	اقدامات ارتوپدی ۶۱-۵۴.....
۲۹-۲۲..... ژنوالگوم .....	القای استخوان زایی ۱۷۳-۱۶۲.....
(س)	امتیاز زانوی لیشوم ۱۶-۱۳.....
۶۸-۶۲..... ستون فقرات گردنی .....	اندوباتون ۷۵-۷۲.....
۱۵۸-۱۵۳..... سلول داسی شکل .....	(ب)
۳۹-۳۴..... سوء تغذیه .....	بازسازی ۱۰۵-۱۰۳.....
۱۲-۷..... سونوگرافی .....	بازسازی استخوان فک و آلوئولار ۱۷۳-۱۶۲.....
۱۴۵-۱۳۹..... سینوویورتز .....	بستری شدن در بیمارستان ۴۵-۴۰.....
(ش)	بیماران ۴۵-۴۰.....
۷۱-۶۷..... شستشوی درمانی .....	بیومکانیک ۶۸-۶۲.....
۱۶۱-۱۵۹..... شکستگی .....	بیماری کرونا ویروس ۲۰۱۹ ۹۷-۹۱.....
۱۲۱-۱۱۵..... شکستگی استخوان .....	(پ)
۹۷-۹۱..... شکستگی پروگزیمال فمور .....	پیش بینی کننده ها ۹۷-۹۱.....
۸۳-۷۷..... شکستگی سالتر هریس .....	پوکی استخوان در کودکان ۱۱۴-۱۰۶.....
۱۱۴-۱۰۶..... شکستگی‌ها در کودکان .....	(ت)
۳۳-۳۰..... شکستگی‌های جوش نخورده .....	تاندون ها ۶۱-۵۴.....
۸۳-۷۷..... شکستگی مچ دست .....	تاندون های همسترینگ ۵۳-۴۶, ۱۶-۱۳.....
۷۱-۶۷..... شستشوی درمانی .....	تثبیت شکستگی ۸۳-۷۷.....
۱۲۱-۱۱۵..... شکستن: میله گذاری داخل استخوانی .....	تروما ۱۶۱-۱۵۹.....

(ل)	لامینوپلاستی ..... ۶۲-۶۸	(ض)	ضربه ..... ۳۴-۳۹
	لوردوز ..... ۱۳۴-۱۳۸	(ف)	فیزیوتراپی ..... ۱۷-۲۱
(م)	منیسک دیسکوئید ..... ۹۸-۱۰۲		فیوژن اسپینال ..... ۱۳۴-۱۳۸
	مونوآرتزیت ..... ۹۸-۱۰۲	(ک)	کارآزمایی بالینی ..... ۵۴-۶۱
	مهره های کمر ..... ۱۳۴-۱۳۸		کاشت مجدد ..... ۱۰۳-۱۰۵
	میزان مرگ و میر ..... ۹۱-۹۷		کنف ..... ۱۵۹-۱۶۱
	میله گذاری داخل استخوانی ..... ۱۱۵-۱۲۱		کورتیکواستروئید ..... ۸۴-۹۰
(ن)	نتایج بالینی ..... ۷۲-۷۵		کووید-۱۹ ..... ۹۱-۹۷
	نرمال سالین ..... ۸۴-۹۰	(گ)	گزارش مورد ..... ۱۰۳-۱۰۵
	نورما ..... ۷-۱۲	(ع)	عصب مدیان ..... ۷-۱۲
(و)	ویتامین D ..... ۱۱۴-۱۰۶		عوارض بعد از عمل ..... ۱-۶
(ه)	همارتروز ..... ۱۳۹-۱۴۵		عوارض: همارتروز ..... ۱۳۹-۱۴۵
	هموفیلی ..... ۱۳۹-۱۴۵		عوارض: هموفیلی ..... ۱۳۹-۱۴۵
	هومروس ..... ۱۱۵-۱۲۱		

## نمایه نویسندگان

### مجله جراحی استخوان و مفاصل ایران

(دوره بیست و دوم، شماره‌های ۱ تا ۴)

سلطانی، فخرالدین ..... ۲۰۱-۱۹۶  
 شاهرخ، ثریا ..... ۶۵-۶۲  
 شاهچراغی، غلامحسین ..... ۶۹-۶۷  
 شایسته‌آذر، مسعود ..... ۱۲۶-۱۱۹  
 شمس، محمدحسین ..... ۱۵۹-۱۵۲  
 صفری، میربهرام ..... ۴۷-۴۲, ۱۳-۱  
 طالبی، شاهین ..... ۱۳۳-۱۲۷  
 عبدالهی، حسین ..... ۱۸۶-۱۸۱  
 غفاری، سلمان ..... ۱۵۱-۱۴۵  
 کاظمی، خدیجه ..... ۱۳۹-۱۳۴  
 کرمی، نازلی ..... ۶۱-۵۳  
 محمدی، محمد ..... ۱۹۵-۱۹۲  
 مطلبی، محسن ..... ۲۰۹-۲۰۲  
 میرزاطلوعی، فردین ..... ۹۶-۹۳, ۳۲-۲۸  
 ولی‌زاده، ندا ..... ۳۸-۳۳

احمدی، عزیز ..... ۲۷-۱۴  
 احمدی، سعید ..... ۱۴۴-۱۴۰  
 افشار، احمدرضا ..... ۵۲-۴۸  
 امامی‌میبدی، محمدکاظم ..... ۱۸۱-۱۷۳  
 آذرپیرا، محمدرضا ..... ۸۸-۸۳  
 بیغم‌صادق، امین ..... ۸۲-۷۶  
 تبریزی، علی ..... ۴۱-۳۹  
 جعفری‌زارع، محمدعلی ..... ۷۵-۷۰  
 جهانبخش، سیدحسین ..... ۱۱۷-۱۰۸  
 حصاری‌کیا، حمید ..... ۱۹۱-۱۸۷  
 حیدری، محمدامین ..... ۲۱۲-۲۱۰  
 داوری، نگین ..... ۹۲-۸۹  
 رزاقی، عبدالسلام ..... ۱۶۶-۱۶۰  
 رضوانی‌فر، یونس ..... ۱۰۷-۹۷  
 رضوی‌پور، مهران ..... ۱۷۱-۱۶۷  
 رحیمی، محسن ..... ۲۱۶-۲۱۳

## نمایه موضوعی

## مجله جراحی استخوان و مفاصل ایران

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

تنوسینویت ..... ۶۵-۶۲	(آ-۱)	آرتریت عفونی ..... ۱۸۶-۱۸۲
(ج)		آرتروپلاستی کامل مفصل ران ..... ۱۹۱-۱۸۷
جراحی آواسکولار ..... ۵۲-۴۸		ارزیابی نتایج ..... ۱۲۶-۱۱۹
جراحی ارتوپدی ..... ۱۳۹-۱۳۴		آسیب بافت نرم ..... ۴۷-۴۲
جراحی اندام فوقانی ..... ۶۱-۵۳		آسیب‌های روتاتور کاف دامنه حرکتی ..... ۹۲-۸۹
جراحی تعویض کامل مفصل زانو		آنالیز المان محدود ..... ۱۰۷-۹۷
..... ۹۶-۹۳، ۱۹۵-۱۹۲، ۱۷۱-۱۶۷، ۱۵۱-۱۴۵، ۷۵-۷۰، ۱۳-۱		آنمی ..... ۱۳-۱
جراحی‌های دست و شانه ..... ۶۱-۵۳		ابزارهای جراحی ..... ۹۶-۹۳
جراحی‌های دیستال فمور ..... ۱۷۱-۱۶۷		استخوانهای کارپ ..... ۵۲-۴۸
جراحی زانو با محدودیت حرکت ..... ۴۱-۳۹		استئومیلیت ..... ۱۸۶-۱۸۲
جراحی سندرم جراحی ناموفق ..... ۱۸۱-۱۷۳		استئوپروز ..... ۱۶۶-۱۶۰
جراحی فلج مغزی ..... ۱۳۹-۱۳۴		استونکروزیس ..... ۵۲-۴۸
جراحی مجدد ..... ۱۸۱-۱۷۳		استئوتومی ..... ۲۱۲-۲۱۰
جراحی‌های مربوط به بیماران مولتیپل تروما ..... ۴۷-۴۲		اسکولیوز ..... ۲۰۹-۲۰۲
جراحی مربوط به شانه منجمد ..... ۴۱-۳۹		اسید ترانسامیک ..... ۷۵-۷۰
جراحی‌های مشت کردن ..... ۳۸-۳۳		امنیت ..... ۸۲-۷۶
جراحی‌های محدودیت حرکت شانه ..... ۴۱-۳۹		اندام فوقانی ..... ۶۱-۵۳
جراحی موقعیت یابی بیمار ..... ۱۴۴-۱۴۰		انرژی خورشیدی ..... ۸۸-۸۳
جراحی مهره‌ها ..... ۱۸۱-۱۷۳		انگشت ماشه ای ..... ۶۵-۶۲
جراحی‌های ناشی از فشار (شکستگی) ..... ۱۷۱-۱۶۷		(ب)
جراحی نخاع ..... ۱۴۴-۱۴۰		بازسازی استخوان ..... ۲۱۶-۲۱۳، ۸۲-۷۶
(خ)		بلوک عصبی ..... ۶۱-۵۳
خرگوش‌ها ..... ۸۲-۷۶		بلوک ناحیه‌ای ..... ۶۱-۵۳
خشک کردن انجمادی ..... ۸۲-۷۶		بهبود شکستگی ..... ۱۰۷-۹۷
خونریزی بعد از عمل ..... ۷۵-۷۰		بیماری لگ کالو پرتس ..... ۸۸-۸۳
(د)		بیماران مولتیپل تروما ..... ۴۷-۴۲
داربست بافت ..... ۱۵۹-۱۵۲		بیوتراپی (پزشکی ترمیمی) ..... ۱۵۹-۱۵۲
درد شانه ..... ۹۲-۸۹		بیوتکنولوژی ..... ۲۱۶-۲۱۳
درد کمر ..... ۱۹۱-۱۸۷		بیومکانیک ..... ۱۱۷-۱۰۸
دست ..... ۳۸-۳۳		(پ)
دیابت ..... ۴۱-۳۹، ۳۸-۳۳		پارگی ..... ۳۲-۲۸
(ر)		پروتز اندام ..... ۲۱۳
رادیوگرافی ..... ۲۰۱-۱۹۶، ۱۵۱-۱۴۵		پزشکی ترمیمی ..... ۱۵۹-۱۵۲
راه رفتن ۱۳۴ ..... ۱۳۹		پلاکت‌ها ..... ۸۲-۷۶
(ز)		پیچ‌های استخوانی ..... ۱۱۷-۱۰۸
زانو ..... ۹۶-۹۳		(ت)
(ژ)		تشبیت شکستگی ..... ۱۱۷-۱۰۸
ژنواروم ..... ۱۵۱-۱۴۵		ترمیم ..... ۳۲-۲۸
(س)		تخلیه ..... ۱۹۵-۱۹۲
ستون فقرات ..... ۲۰۹-۲۰۲، ۱۹۱-۱۸۷، ۱۸۱-۱۷۳، ۱۴۴-۱۴۰		

کشت سلولی ..... ۱۸۶-۱۸۲	سلول‌های بنیادی مزانشیمی ..... ۱۰۷-۹۷
کلاژن نانو هیدروکسی آپاتیت ..... ۲۱۶-۲۱۳	سندرم تونل کارپال ..... ۶۵-۶۲
کورتیکواستروئید ..... ۱۶۶-۱۶۰	سندرم جراحی ناموفق ..... ۱۸۱-۱۷۳
کیفوز ..... ۲۰۹-۲۰۲	سیستم اسکلتی عضلانی ..... ۱۶۶-۱۶۰
(گ)	سی تی اسکن ..... ۲۰۱-۱۹۶
گرافت واسکولاریزه ..... ۵۲-۴۸	سونوگرافی ..... ۲۰۱-۱۹۶
(ل)	(ش)
لاک استخوان ..... ۱۱۷-۱۰۸	شانه منجمد ..... ۴۱-۳۹
لگن ..... ۱۴۴-۱۴۰	شریان پوپلیتئال ..... ۲۱۲-۲۱۰
(م)	شکستگی ..... ۴۷-۴۲
مرگ ومیر ..... ۱۳۳-۱۲۷	شکستگی آرنج ..... ۲۰۱-۱۹۶
محدودیت حرکات شانه ..... ۴۱-۳۹	شکستگی های اینترتروکانتریک ..... ۱۳۳-۱۲۷
موارد تشخیص داده نشده ..... ۴۷-۴۲	شکستگی های دیستال فمور ..... ۱۷۱-۱۶۷
موقعیت یابی بیمار ..... ۱۴۴-۱۴۰	شکستگی های گردن فمور ..... ۱۲۶-۱۱۹
منیسک ..... ۳۲-۲۸	شکستگی های ناشی از فشار ..... ۱۷۱-۱۶۷
مهندسی بافت ..... ۱۵۹-۱۵۲	(ض)
(ن)	ضعف عضلانی ..... ۳۸-۳۳
نا همترازی استخوان ..... ۲۱۲-۲۱۰	(ع)
نتیجه درمان ..... ۹۶-۹۳	عامل جغرافیایی ..... ۸۸-۸۳
نکروز آواسکولار ..... ۵۲-۴۸	عوارض جانبی دارو ..... ۱۶۰-۱۶۶
نور خورشید ..... ۸۸-۸۳	عوامل خطر ..... ۱۳۳-۱۲۷
(و)	(ف)
واکنش زنجیره ای پلیمرز ..... ۱۸۶-۱۸۲	فلج مغزی ..... ۱۳۹-۱۳۴
وضعیت عملکردی ..... ۹۲-۸۹	(ق)
ویتامین D ..... ۸۸-۸۳	قدرت مشت کردن ..... ۳۸-۳۳
(ه)	(ک)
هموگلوبین ..... ۱۹۵-۱۹۲، ۱۳-۱	کامپوزیت الوگرافت بافت ..... ۱۵۹-۱۵۲
همی آرتروپلاستی ..... ۱۲۶-۱۱۹	کالوس استخوانی ..... ۱۰۷-۹۷
	کپسولیت چسبنده ..... ۴۱-۳۹

## Subject Indexes

### Iranian Journal of Orthopaedic Surgery

(Volume 22, No. 1-4)

Adhesive capsulitis .....	33-38, 39-41	Musculoskeletal system .....	161-167
Adhesive capsulitis .....	39-41	Nano hydroxyapatite collagen.....	216-219
Anemia .....	1-13	Nerve block.....	53-61
Avascular necrosis of bone.....	48-52	Omentum.....	76-82
Biotechnology.....	216-219	Orthopedic surgery.....	134-139
Biomechanics.....	108-117	Outcome assessment .....	119-126
Bone fractures.....	42-47	Osteomyelitis .....	182-186
Bone malalignment.....	212-215	Osteoporosis.....	161-167
Bone plate .....	108-117	Osteotomy .....	212-215
Bone regeneration.....	76-82, 216-219	Patient positioning.....	140-144
Bone screws .....	108-117	Pelvis.....	140-144
Bony callus .....	97-107	Perthes disease .....	83-88
Calve.....	83-88	Platelets .....	76-82
Carpal bones .....	48-52	Polytrauma .....	42-47
Carpal tunnel syndrome.....	62-65	Polymerase chain reaction.....	182-186
Cerebral palsy.....	134-139	Popliteal artery .....	212-215
Cell culture .....	182-186	Postoperative hemorrhage.....	70-75
Composite tissue allograft .....	152-160	Radiography .....	145-151, 196-202
Computed X ray tomography .....	196-202	Rabbits .....	76-82
Corticosteroids.....	161-167	Range of motion.....	89-92
Delayed diagnosis.....	42-47	Regional block .....	53-61
Diabetes Mellitus.....	33-38, 39-41	Regenerative medicine.....	152-160
Distal femur fractures .....	168-171	Repair.....	28-32
Drainage.....	192-195	Revision surgery .....	173-181
Drug side effects.....	161-167	Risk factors .....	127-133
Elbow fractures.....	196-202	Rotator cuff injuries .....	89-92
Failed back surgery syndrome.....	173-181	Scapula.....	159-161
Femoral neck fractures .....	119-126	Scoliosis .....	203-211
Finite element analysis .....	97-107	Shoulder pain .....	89-92
Frozen shoulder .....	33-38, 39-41	Soft tissue injuries.....	42-47
Fracture fixation .....	108-117	Solar energy .....	83-88
Fracture healing .....	97-107	Spine .....	140-144, 203-211, 173-181, 187-191
Functional status .....	89-92	Stress fractures .....	168-171
Gait .....	134-139	Sunlight.....	83-88
Geographic factor .....	83-88	Surgical instruments.....	93-96
Genu varum .....	145-151	Surgery.....	153-160
Hand and shoulder surgeries.....	53-61	Tenosynovitis.....	62-65
Hemiarthroplasty .....	119-126	Tear .....	28-32
Hemoglobin .....	1-13, 192-195	Tissue engineering .....	152-160
Infectious arthritis.....	182-186	Tissue scaffolds.....	152-160
Intertrochanteric fractures.....	127-133	Total hip arthroplasty .....	187-191
Knee.....	93-96	Total knee arthroplasty.....	1-13, 145-151, 168-171
Kyphosis.....	203-211	Total knee replacement .....	70-75, 93-96, 192-195
Legg.....	83-88	Tranexamic acid.....	70-75
Limb prosthesis.....	216-219	Treatment outcome .....	93-96
Low back pain .....	187-191	Trigger finger disorder.....	62-65
Lyophilization.....	76-82	Ultrasonography.....	196-202
Malnutrition .....	34-39	Upper limb .....	53-61
Meniscus.....	28-32	Vascular grafting.....	48-52
Mesenchymal stem cells .....	97-107	Vitamin D.....	83-88
Mortality .....	127-133		

**Subject Indexes**  
**Iranian Journal of Orthopaedic Surgery**  
**(Volume 21, No. 1-4)**

Acromion.....	159-161	Lysholm knee scoring scale.....	13-16
Alignment.....	122-133	Malnutrition.....	34-39
Allograft.....	54-61, 134-138	Management.....	30-33
Anemia.....	153-158	Median nerve.....	7-12
Anterior cruciate ligament.....	17-21	Metacarpal fractures.....	30-33
Anterior cruciate ligament.....	46-53	Modified irrigation.....	67-71
Anterior Cruciate Ligament..	13-16, 17-21, 46-53, 72-75	Monoarthritis.....	98-102
Anterior cruciate ligament reconstruction.....	13-16	Mortality.....	146-152
Arthroscopic.....	1-6	Mortality rate.....	91-97
Autograft hamstring.....	13-16	Neuroma.....	7-12
Autograftings.....	46-53	Normal saline.....	84-90
Autologous Transplantation.....	46-53	Open reduction internal fixation.....	30-33
Biomechanical properties.....	54-61	Orthopedics.....	34-39
Biomechanics of the cervical spine.....	62-68	Orthopedic surgery.....	54-61
Biomaterials.....	162-173	Osteogenesis imperfecta.....	106-114
Biological scaffolds.....	162-173	Osteoinduction.....	162-173
Bone Fractures.....	115-121	Osteoporosis.....	106-114
Case report.....	103-105	Osteoarthritis total knee replacement.....	122-133
Clinical outcome.....	72-75	Osteotomy.....	22-29
Clinical trial.....	54-61	Patients.....	40-45
Complications.....	1-6	Patient satisfaction.....	122-133
Corticosteroid.....	84-90	Predictors.....	91-97
Covid-19 - predictors.....	91-97	Pediatric Trauma.....	146-152
Crush injury.....	103-105	Pediatric.....	106-114
Death.....	146-152	Periprosthetic joint infection.....	67-71
Discoid meniscus.....	98-102	Physiotherapy.....	13-16, 17-21
Double tendon (dt).....	54-61	P32 Synoviorthesis.....	139-145
Endobutton.....	72-75	Proximal femur fracture.....	91-97
Epidemiology.....	146-152	Radiography.....	72-75
Finite element analysis.....	22-29, 62-68	Radiologic involvement.....	139-145
Fracture.....	30-33, 159-161	Reconstruction.....	103-105
Fracture fixation.....	77-83	Reconstructive surgery.....	17-21
Fractures in children.....	106-114	Replantation.....	103-105
Genu valgum.....	22-29	Rotator Cuff Repair.....	1-6
Genu varum.....	22-29	Salter Harris Fracture.....	77-83
Hand injuries.....	30-33	Scapula.....	159-161
Hemarthrosis.....	139-145	Sickle Cell.....	153-158
Hemoglobin hba1c (hba1c).....	1-6	Spinal Fusion.....	134-138
Hemophilia.....	139-145	Surgery.....	40-45, 153-158
Hemophilic arthropathy.....	139-145	Surgical Procedures.....	134-138
Intramedullary nailing.....	115-121	Tension band WIRE.....	159-161
Humerus.....	115-121	Tibia.....	22-29
Jaw and alveolar bone regeneration.....	162-173	Total hip arthroplasty.....	40-45, 67-71, 153-158
Knee.....	98-102	Trauma.....	34-39, 159-161
Laminoplasty.....	62-68	Ultrasound.....	7-12
Lateral epicondylite.....	84-90	Vitamine D.....	106-114
Lordosis.....	134-138	Wrist Fractures.....	77-83
Longer hospitalization.....	40-45	Wounds and Injuries.....	146-152
Lumbar vertebrae.....	134-138		

## Structural Reinforcement and Prosthesis Strength

The application of nanotechnology to reinforce prosthetic structures can substantially increase durability and mechanical strength. Nanoparticles or thin nanolayers applied to the surface of prostheses enhance mechanical properties, reducing wear and the risk of cracking or fracture, thereby extending implant lifespan. Additionally, these modifications promote osteointegration and stimulate bone cell activity<sup>(20)</sup>.

## Future Perspectives

Hydroxyapatite nanoparticle coatings on prostheses play a key role in improving design and clinical performance. Biocompatible nanomaterials, compared with macrostructured alternatives, facilitate better cellular adhesion, enhance durability, and accelerate osteogenesis, collectively reducing fracture and rejection rates. Overall, the use of nanohydroxyapatite as a prosthetic coating represents a significant advancement in tissue engineering and clinical medicine.

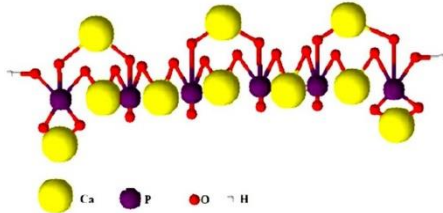
## Conclusion

Despite the numerous advantages, challenges remain, including precise control of mechanical properties, large-scale cost-effective production, and long-term clinical evaluation. Nevertheless, with ongoing advances in material fabrication and assessment technologies, hydroxyapatite-coated prostheses are expected to play a vital role in disease treatment and in improving human quality of life in the near future.

## References

- Liu Y, Xu W, Liu S, Liu Z, Yan Z, et al. Effects of elastic modulus of porous implants on success rate of implant surgery – An in vivo study using miniature swine model. *Materials & Design*. 2024;239:112819. doi: 10.1016/j.matdes.2024.112819.
- Marsell R, Einhorn TA. Discusses the biology of fracture healing, emphasizing the roles of vascularization and cellular activity. *Injury*. 2011;42(6): 551–555. doi:10.1016/j.injury.2011.03.031
- Ding ZC, Lin YK, Gan YK, Tang TT. Molecular pathogenesis of fracture nonunion. *J Orthop Translat*. 2018;31;14:45-56. doi: 10.1016/j.jot.2018.05.002.
- Stegen S, Van Gestel N, Carmeliet G. Bringing new life to damaged bone: the importance of angiogenesis in bone repair and regeneration. *Bone*. 2015 Jan;70:19-27. doi: 10.1016/j.bone.2014.09.017.
- Cooper SL, Visser SA, Hergenrother RW, et al. Polymer. In: Ratner BD, Hoffman AS, Schoen FJ, Lemons JE, et al., editors. *Biomaterial science: an introduction to materials in medicine*. Elsevier Academic. 2004; 2: 67–79.
- Hoveidaei AH, Sadat-Shojai M, Mosalamiaghili S, Salarikia SR, Roghani-Shahraki H, Ghaderpanah R, Ersi MH, Conway JD. Nano-hydroxyapatite structures for bone regenerative medicine: Cell-material interaction. *Bone*. 2024;179:116956. doi: 10.1016/j.bone.2023.116956.
- Emamgholi A, Rahimi M, Kaka GR, Sadraie SH, Najafi S. Presentation of a novel model of chitosan- polyethylene oxidenanohydroxyapatite nanofibers together with bone marrow stromal cells to repair and improve minor bone defects. *Iran J Basic Med Sci*. 2015; 18:887-893.doi: 10.22038/ijbms.2015.5211.
- Zheng Y, Wang L, Bai X, Xiao Y, Che J. Bio-inspired composite by hydroxyapatite mineralization on (bis)phosphonate-modified cellulose-alginate scaffold for bone tissue engineering. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. 2022;635:127958. doi:10.1016/j.colsurfa.2021.127958.
- Mbarki M, Sharrock P, Fiallo M, ElFeki H. Hydroxyapatite bioceramic with large porosity. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2017;1;76:985-990. doi: 10.1016/j.msec.2017.03.097
- Zhou H, Lee J. Nanoscale hydroxyapatite particles for bone tissue engineering. *Acta Biomaterialia*. 2011;7(7): 2769-2781. doi: 10.1016/j.actbio.2011.03.019.
- Jin HH, Kim DH, Kim TW, Shin KK, Jung JS, Park HC. In vivo evaluation of porous hydroxyapatite/chitosan-alginate composite scaffolds for bone tissue engineering. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2012;51(5):1079-1085. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2012.08.027.
- Wang R, Ni S, Ma L, Li M. Porous construction and surface modification of titanium-based materials for osteogenesis: A review. *Front Bioeng Biotechnol*. 2022;25;10:973297. doi: 10.3389/fbioe.2022.973297.
- Awasthi A, Saxena KK, Dwivedi RK. An investigation on classification and characterization of bio materials and additive manufacturing techniques for bioimplants, *Materials Today: Proceedings*. 2021;44(1):2061-2068. doi: 10.1016/j.matpr.2020.12.176.
- Laschke MW, Strohe A, Menger MD, Alini M, Eglin D. In vitro and in vivo evaluation of a novel nanosize hydroxyapatite particles/poly(ester-urethane) composite scaffold for bone tissue engineering. *Acta Biomater*. 2010;6(6):2020-7. doi: 10.1016/j.actbio.2009.12.004.
- Yang D, Jin Y, Ma G, Chen X, Lu F, Nie J. Fabrication and Characterization of Chitosan/PVA with Hydroxyapatite Biocomposite Nanoscaffolds. *J Appl Polym Sci*. 2008;110:3328 – 3335. doi: 10.1002/app.28829.
- Teraoka K, Nonami T, Doi Y, Taoda H, Naganuma K, Yokogawa Y, Kameyama T. Hydroxyapatite implantation on the surface of pure titanium for orthopedic implants. *Mater Sci Eng C*. 2000;13:105-107. doi: 10.1016/S0928-4931(00)00183-1.
- Smith WR, Hudson PW, Ponce BA, Rajaram Manoharan SR. Nanotechnology in orthopedics: a clinically oriented review. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018;2;19(1):67. doi: 10.1186/s12891-018-1990-1.
- Ghosh R, Das S, Mallick SP, Beyene Z. A review on the antimicrobial and antibiofilm activity of doped hydroxyapatite and its composites for biomedical applications. *Mater Today Commun*. 2022;31,103311. doi: 10.1016/j.mtcomm.2022.103311.
- Cook SD, Thomas KA, Kay JF, Jarcho M. Hydroxyapatite-coated titanium for orthopedic implant applications. *Clin Orthop Relat Res*. 1988;232:225-243.
- Sebastiammal S, Fathima ASL, Henry J, Wadaan MA, Mahboob S, et al. Synthesis, Characterization, Antibacterial, Antifungal, Antioxidant, and Anticancer Activities of Nickel-Doped Hydroxyapatite Nanoparticles. *Fermentation*. 2022, 8, 677. doi:10.3390/fermentation8120677.

fabrication of bone scaffolds, the coating of metallic prostheses, and the preparation of injectable bone cements. It exhibits favorable biocompatibility with various cell types such as osteoblasts, osteoclasts, and bone-forming cells. Due to the structural resemblance between hydroxyapatite and natural bone, cells do not distinguish between the two<sup>(9,10)</sup>.



**Figure 1: Hydroxyapatite Structure**  
(<https://www.researchgate.net>)

Hydroxyapatite, as a bioceramic, has significant applications in orthopedic surgery, particularly as a surface coating on prostheses and for localized drug delivery with controlled release capabilities. Due to these properties, it is considered an ideal material for bone tissue engineering and various orthopedic prostheses. Hydroxyapatite nanocomposites are being developed as scaffolds for bone tissue engineering not only because of their high chemical and structural similarity to natural bone but also due to unique features such as high porosity, increased surface area, and enhanced mechanical strength compared to pure hydroxyapatite. These characteristics contribute to improved mechanical performance and protein adsorption *in vivo*<sup>(7,9,10)</sup>. Hydroxyapatite can be synthesized using various methods, each offering specific advantages and applications<sup>(11)</sup>. The use of hydroxyapatite in the form of nanoparticles for bone tissue repair not only avoids significant side effects but can also considerably reduce the time required for grafting or regenerating bone tissue lost due to trauma, disease, or other conditions. Compared with natural bone grafts, which carry multiple risks, hydroxyapatite nanoparticles have demonstrated higher success rates<sup>(12)</sup>. Orthopedic implants are medical devices designed to reinforce or replace joints and bones in damaged or deformed regions. For instance, a patient may require an implant due to congenital conditions<sup>(13,14)</sup>. Orthopedic surgeons, depending on patient-specific conditions, replace the affected tissue with implants using specialized surgical instruments. Most of these implants are fabricated from titanium alloys or stainless steel, while some may incorporate polymer coatings. The metallic structure provides mechanical strength, and the polymer coating functions as an artificial cartilage layer<sup>(12-14)</sup>. Because cells can

sense chemical and physical surface properties and respond through behaviors such as preferential adhesion, migration, and proliferation, the use of nanoscale structures can control initial protein adsorption on implant/prosthesis surfaces. This, in turn, regulates cellular attachment and subsequent cellular responses. Consequently, prosthesis designers carefully select materials and engineer surface structures to minimize adverse biological reactions. Despite advances in this field, research and development continue to optimize implant materials and designs to reduce complications and improve *in vivo* performance<sup>(11-13)</sup>. Prostheses made from conventional materials may be subject to rejection by the body. Incorporating hydroxyapatite nanoparticles into prosthesis fabrication enhances bone adhesion and improves mechanical properties. Nanostructured coatings, in particular, minimize fracture and rejection rates. In addition, orthopedic implants with antibacterial coatings are currently being developed to further improve clinical outcomes<sup>(15,16)</sup>.

## The Necessity of Nanotechnology in Prosthesis Fabrication

The surface of artificial prostheses can activate the immune system, potentially leading to implant rejection, which is particularly critical in orthopedic surgery. Therefore, prosthesis design aims to engineer surfaces that are as irregular as possible, incorporating microstructures similar to the nanostructure of natural bone, in order to mimic native tissue and integrate harmoniously with the surrounding biological environment. Additionally, porous structures in prostheses facilitate the transport of essential nutrients for cellular growth. Such designs not only reduce the contact area between the prosthesis and host tissue but also significantly decrease the likelihood of rejection<sup>(17)</sup>. Studies have shown that applying these modifications in orthopedic implants stimulates osteoblast activity, the cells responsible for bone growth and regeneration, thereby reducing the probability of implant rejection. These findings underscore the importance of nanotechnology in enhancing the interaction between prosthetic materials and body tissues<sup>(17)</sup>.

## Antifungal and Antibacterial Nanocoatings

A major challenge in orthopedic implants is the risk of infection, which can compromise surgical outcomes. Nanocoatings with antimicrobial properties can mitigate this risk. These coatings are applied to implant surfaces using silver nanoparticles, gold nanoparticles, or carbon nanotubes, preventing bacterial colonization and biofilm formation<sup>(18,19)</sup>.

## Micro- and Nanostructure of Bone Tissue

Bone tissue is a specialized and dynamic connective tissue that fulfills both structural and metabolic roles, including mechanical support, organ protection, and the storage of minerals such as calcium and phosphorus. The bone matrix consists of type I collagen fibers and hydroxyapatite crystals, which provide mechanical strength and hardness. Bone remodeling is regulated through the coordinated activity of osteoblasts and osteoclasts. During fracture repair, angiogenesis plays a crucial role by supplying nutrients and growth factors such as vascular endothelial growth factor (VEGF). Impaired vascularization or inadequate mechanical stability may result in delayed union or nonunion, particularly in bones with limited blood supply<sup>(2,3)</sup>.

Bone tissue is classified into two major types: compact bone and spongy bone.

- **Compact bone:** This type appears dense and structureless to the naked eye and forms the outer cortical layer. Owing to its compact architecture, it exhibits high resistance to compressive forces.
- **Spongy bone:** This type is composed of trabeculae with visible intertrabecular spaces. Its porous and lightweight structure reduces overall bone mass while enhancing resistance to mechanical impacts<sup>(2,3)</sup>.

## Chemical Composition of Bone

Bones are composed of approximately 70% mineral content and 30% organic content. This chemical composition is responsible for their hardness and mechanical strength<sup>(2,3)</sup>.

## Bone Cells

Several distinct cell types contribute to bone structure and function. Osteoblasts are responsible for synthesizing the bone matrix. Mature osteocytes, embedded within lacunae, maintain bone tissue. Osteoclasts perform bone resorption and are essential for remodeling processes<sup>(2-4)</sup>.

## Biocompatibility

In general, a biocompatible material is defined as a synthetic or natural non-living substance that is employed as part of a living system, or for a specific function, in direct contact with living tissue for a defined period of time. For proper performance, the material must meet specific standards for interaction with biological systems. These standards include mechanical properties appropriate for the intended site, biological

stability, and the minimization of adverse biological or immunological responses<sup>(5)</sup>.

One of the common approaches to improving the biocompatibility of polymer surfaces is the grafting of monomers onto the polymer surface. Since biocompatibility is primarily related to the surface rather than to the bulk properties of polymers, surface modification is largely dependent on altering physicochemical characteristics such as wettability. For this reason, hydrophilic monomers can be employed for surface modification<sup>(5)</sup>. Nanobiotechnology, as an advanced and innovative branch of nanotechnology, represents the convergence of nanoscience and biology. By integrating molecular biology, physics, and materials engineering, this field has contributed to significant advancements in biotechnology, which in turn have led to transformative developments across various scientific disciplines. In other words, nanobiotechnology constitutes the interface between life sciences and materials science<sup>(6)</sup>.

## Nanocomposites

Nanocomposites are composites in which one or more components exist at the nanometer scale. Specifically, at least one constituent exhibits dimensions below 100 nm. At present, nanocomposites are recognized as a class of nanomaterials with broad and promising application potential. They are composed of two phases: a matrix (base material) and nanoparticles that serve as reinforcements. These nanoparticles, generally introduced in very small amounts (up to 10%), are dispersed within the matrix to enhance strength and other mechanical properties.

Bone itself is inherently a nanocomposite composed of organic and inorganic nanostructures. These nanoscale features play a fundamental role in bone formation and remodeling, where they act as key elements in initiating the repair process<sup>(7,8)</sup>.

## Fabrication of Hydroxyapatite-Based Prostheses/Implants

Hydroxyapatite is the naturally occurring mineral form of calcium apatite with the formula  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$ , although it is commonly written as  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  (Figure 1). This material is considered the most important bioceramic used in medicine and dentistry due to its unique biological properties and its close structural similarity to the mineral component of bone tissue. Among its notable properties are the ability to stimulate bone growth, to form direct bonding with bone, and to provide excellent osteointegration. Hydroxyapatite has been applied extensively in the medical field, including in the filling of bone defects, the

## Nano-Hydroxyapatite: A Driving Force for Bone Tissue Regeneration in Orthopedic Surgery: Challenges and Future (Review Article)

### Abstract

Nanotechnology is currently recognized as a technology with vast application potential across multiple fields, particularly in medicine. Nanomaterials and nanostructures, owing to their ultra-microscopic dimensions, high surface area, and unique physicochemical properties, are increasingly employed in orthopedic surgeries. These materials, due to their distinctive features in interacting with living tissues, are considered key components in prostheses and medical devices, and they have led to significant advancements in bone tissue engineering, the design of implantable materials, and diagnostic as well as therapeutic processes. In this study, various databases including ISI Web of Science, PubMed, SID, Scholar, Scopus, and ScienceDirect were utilized. The keywords applied consisted of nanohydroxyapatite, bone defect repair, prosthesis, clinical evaluation, and fracture healing. The use of biocompatible nanomaterials in orthopedic prostheses—particularly due to their ability to stimulate cellular growth, regenerate damaged tissues, and improve cellular microenvironmental properties—has had a profound impact on enhancing orthopedic therapies. These technologies have successfully facilitated bone repair processes. This article has been prepared to provide a deeper understanding of the application of hydroxyapatite at the nanoscale and its potential therapeutic objectives in orthopedic surgeries.

**Keywords:** Limb prosthesis, Biotechnology, Nano hydroxyapatite collagen, Bone regeneration.

**Accepted:** 52 days before printing

Mohsen Rahimi, MD<sup>1</sup>, Bahram Jafarnia, MD<sup>2</sup>, Kamyar Zolfkhani, MD<sup>2</sup>, Hosein Pirmohamadi, MD<sup>3</sup>,  
Asgar Emamgholi, MD<sup>4</sup>

1. Department of Parasitology and Mycology, School of Medicine, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
2. Shahid Shokri Dental Hospital, Tehran, Iran.
3. Trauma Research Center, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
4. Neuroscience Research Center, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

**Corresponding Author:**  
Hosein Pirmohamadi, MD  
Email address:  
Hoseinpm@gmail.com

### Introduction

In recent years, the application of biomaterials in the medical field has increased substantially. These materials generally possess properties that ensure both biocompatibility and favorable mechanical–physical characteristics. Among the most significant and promising applications of biomaterials is the physical replacement of organs in humans and other animals. Since the external surfaces of prostheses remain in constant contact with living tissues, they are fabricated from alloys that demonstrate high resistance within the body. A critical application of prostheses in orthopedic surgery is the support of bones and the repair of skeletal defects<sup>(1)</sup>.

The objective of this study was to review the effects of hydroxyapatite nanoparticles in accelerating bone fracture healing and their application as coatings for orthopedic prostheses/implants.

Keywords included nanohydroxyapatite, bone defect repair, prosthesis, clinical evaluation, and fracture healing. For this purpose, relevant publications were retrieved from databases such as ISI Web of Science, SID, Google Scholar, PubMed, Scopus, and ScienceDirect, and articles meeting the inclusion criteria were analyzed.

## Conclusion

Although popliteal artery injuries are uncommon but may cause catastrophic results. Time of diagnosis and repair of the vascular injury is crucial for limb salvage. Outcome is better when the injury is detected early in the operation room and repair is instant. Delay in diagnosis and surgical reconstruction, increases the risk of complication so as an approach to the early diagnosis and the improvement of outcome during injury we suggest regular documented post-operative assessment of peripheral pulses and circulation, use of pulse oximeter in case of any suspected weak pulse, warning the patients for special attention to alarm signs of vascular injury to immediate refer to hospital.

## References

- 1 Tanamas SK, Hanna FS, Cicuttini FM, Wluka AE, Berry P, Urquhart DM. Does knee malalignment increase the risk of development and progression of knee osteoarthritis? A systematic review. *Arthritis Rheum.* 2009;61(4):459-467. doi:10.1002/art.24336.
- 2 Brouwer GM, van Tol AW, Bergink AP, Belo JN, Bernsen RM, Reijman M, et al. Association between valgus and varus alignment and the development and progression of radiographic osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum.* 2007;56(4):1204-1211. doi:10.1002/art.22515.
- 3 Gardiner A, Richmond JC. Osteotomies about the knee for tibiofemoral malalignment in the athletic patient. *Am J Sports Med.* 2010;38(5):1038-1047. doi:10.1177/0363546509335193.
- 4 Gardiner A, Richmond JC. Osteotomies about the knee for tibiofemoral malalignment in the athletic patient. *Am J Sports Med.* 2010;38(5):1038-1047. doi:10.1177/0363546509335193.
- 5 Webb M, Dewan V, Elson D. Functional results following high tibial osteotomy: A review of the literature. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2018;28:555-563. doi:10.1007/s00590-017-2112-8.
- 6 Hoorntje A, Witjes S, Kuijer PPFM, Koenraadt KLM, van Geenen RCI, Kerkhoffs GMMJ, et al. High rates of return to sports activities and work after osteotomies around the knee: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 2017;47:2219-2244. doi:10.1007/s40279-017-0726-y.
- 7 Sabzevari S, Ebrahimpour A, Roudi MK, Kachooei AR. High tibial osteotomy: A systematic review and current concept. *Arch Bone Jt Surg.* 2016;4(3):204-212. PMID: 27517063; PMCID: PMC4969364.
- 8 Miller BS, Downie B, McDonough EB, Wojtys EM. Complications after medial opening wedge high tibial osteotomy. *Arthroscopy.* 2009;25(6):639-646. doi:10.1016/j.arthro.2008.12.020.
- 9 Motycha T, Eggerth G, Landsiedl F. The incidence of thrombosis in high tibial osteotomies with and without the use of a tourniquet. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2000;120(3-4):157-159. doi:10.1007/s004020050034.
- 10 Howell GE. Case report: avascular necrosis of the proximal tibia following upper tibial osteotomy. *J R Nav Med Serv.* 1997;83(3):127-129. https://doi.org/10.1136/jrnms-83-127.
- 11 Rubens F, Wellington JL, Bouchard AG. Popliteal artery injury after tibial osteotomy: report of two cases. *Can J Surg.* 1990;33(3):294-297. PMID: 2383838.
- 12 Tandon SC, Kharbanda Y, Fraser AM. Aneurysm complicating high tibial osteotomy. *Acta Orthop Scand.* 1996;67(1):73-74. doi:10.3109/17453679608995615.
- 13 Georgoulis AD, Makris CA, Papageorgiou CD, Moebius UG, Xenakis TA, Soucacos PN. Nerve and vessel injuries during high tibial osteotomy combined with distal fibular osteotomy: a clinically relevant anatomic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1999;7(1):15-19. doi:10.1007/s001670050114.
- 14 Zaidi SH, Cobb AG, Bentley G. Danger to the popliteal artery in high tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg Br.* 1995;77(4):449-451. https://doi.org/10.1302/0301-620X.77B3.7744920.
- 15 Freischlag JA, Sise M, Quinones-Baldrich WJ. Vascular complications associated with orthopedic procedures. *Surg Gynecol Obstet.* 1989;169(2):147-152. PMID: 2667173.
- 16 Wilson JS, Miranda A, Johnson BL, Shames ML, Back MR, Bandyk DF. Vascular injuries associated with elective orthopedic procedures. *Ann Vasc Surg.* 2003;17(6):641-644. doi:10.1007/s10016-003-0074-2.
- 17 Bernhoff K, Björck M. Iatrogenic popliteal artery injury in non-arthroplasty knee surgery. *Bone Joint J.* 2015;97-B(2):192-196. doi:10.1302/0301-620X.97B2.34353.
- 18 Rudström H, Bergqvist D, Ogren M, Björck M. Iatrogenic vascular injuries in Sweden; a nationwide study 1987-2005. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2008;35(2):131-138. doi:10.1016/j.ejvs.2007.09.010.
- 19 Rudström H, Bergqvist D, Ahlberg J, Björck M. Insurance claims after vascular surgery in Sweden. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2011;42(4):498-505. doi:10.1016/j.ejvs.2011.04.026.



Figure 1: Alignment view, preop



Figure 2: Postop X-Ray

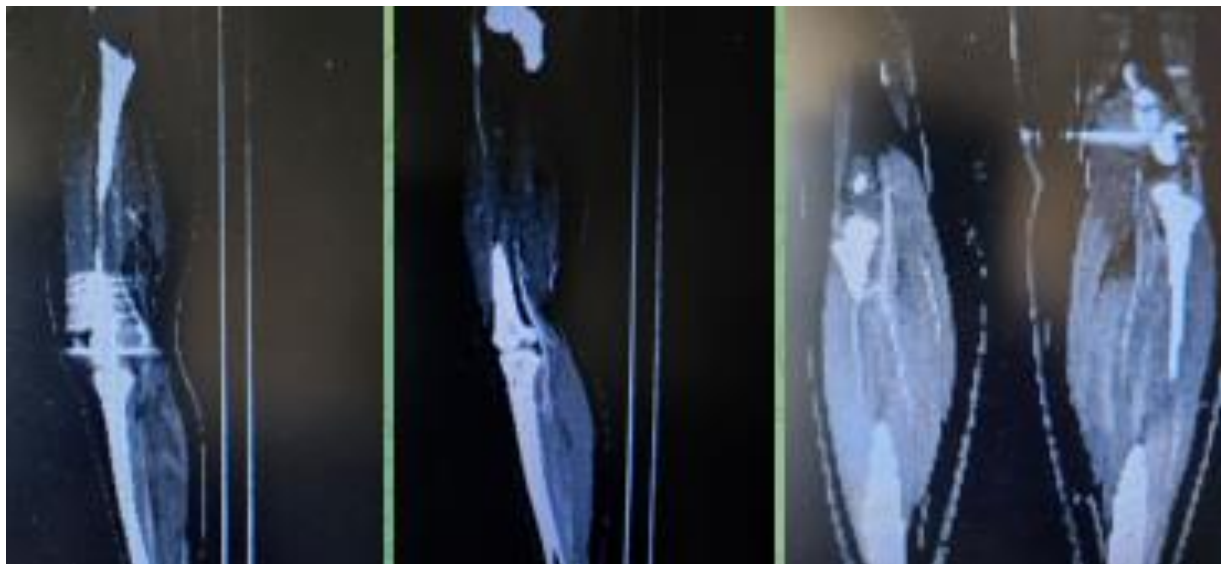


Figure 3: Coronal and sagittal views from both lower limbs

## Discussion

Various types of complications may occur after osteotomies around the knee, vascular injury, compartment syndrome, VTE, neurologic injuries and etc. The most common vascular injuries are intra-operative bleeding and subsequently acute ischemia, non-healing wounds, and limb oedema<sup>(16)</sup>. In orthopedic procedures, the most common iatrogenic vascular injury occurs in the popliteal artery<sup>(15)</sup>. K. Bernhoff et al reported an incidence of 0.05% associated popliteal artery injury after HTO, these injury's detection time vary from immediate (due to bleeding) to 29 days after surgery (because of

pseudo-aneurysm) also a compartment syndrome was detected after 48 hours<sup>(17)</sup>.

In this article we described three cases with vascular injury which two of them were asymptomatic for few days. Early diagnosis of injury is important in preventing more complications, for instance in the case 3 the arterial injury led to a chronic compartment syndrome with irreversible consequences. Studies shows greater than 12 hours delay always results in poor outcome and regular post-operative distal pulse examination remains an essential observation. Patients who suffered from vascular injury during an elective surgery are more likely to pursue litigation<sup>(18,19)</sup>.

## Case report

### Case 1

The patient is a 24-year-old male with bilateral genuvarum deformity who was a candidate for high tibial osteotomy by medial opening-wedge technique. After preparation, he underwent surgery and deformity corrected by tomofix plaque and locking screws. During the operation, fluoroscopy was used to check the correction and position of the screws which were favorable so the fascia and skin were closed by routine method.

The tourniquet was released after completion of the surgical procedure and patient was transferred to the ward with normal neurovascular examination of the distal limb and was discharged on the second day after the operation. Two weeks later at the clinic, he had slight pain at the proximal site of the leg and dehiscence at the site of the surgical wound and ecchymosis in the medial and posterior part of the knee; But the patient's pulse and the leg compartments were normal. He was admitted for the possibility of infection and the next day she underwent debridement and washing of the surgery site in the operating room and antibiotics were started for him.

The culture result was negative three days later so the patient was discharged with relative improvement. Upon return to the clinic in the second week after discharge, there was relative swelling behind the knee in the lateral part, but there was no neurovascular disorder and the wound was healed. The patient underwent color Doppler ultrasound of the lower extremity vessels, which showed a mass of vascular origin with the possibility of arterial aneurysm in the peroneal artery.

He was admitted immediately and consulted for vascular surgery. In the angiographic examination, a false aneurysm of the peroneal artery branch with a diameter of 2 \* 2 cm was reported. Arterial repair surgery was done by vascular surgeon and he was discharged from the hospital after the wound healed.

### Case 2

A 42-year-old male patient with bilateral genuvarum deformity who underwent high tibial osteotomy by medial opening-wedge technique. Tomofix plaque was used with locking screws for fixation of the

ostomy site. following completion of surgery, the tourniquet was deflated and he was checked in the recovery room that the distal pulse examination was normal. About thirty minutes later he was checked again which the pulses of posterior tibial artery (PTA) and dorsalis pedis artery (DPA) dropped compared to the opposite side also pulse oximeter showed decreased in PaO<sub>2</sub>. In the operating room, she underwent emergency ultrasound, which was monophasic in the spectral examination of the above artery waves. Then, with suspicion of arterial injury, she underwent emergency angiography. Due to the popliteal artery injury behind the knee and intra-arterial thrombosis, she underwent vascular surgery and arterial graft repair. In this patient, a part of the bone, behind the tibia and at the site of the osteotomy, perforated the arterial wall and damaged the vascular endothelium.

### Case 3

A 15-year-old female patient, known case of bilateral genuvalgum deformity (Figure 1) and a candidate for correction surgery by distal femur osteotomy (medial close-wedge technique). She underwent surgery and deformity correction by medial angle-blade plate with displacement (Figure 2). During the operation, the correction and position of the screws was check by fluoroscopy, then the fascia and skin were repaired by routine method. after completion of the surgery the tourniquet was released. she was checked in the ward about 6 hours later that neurovascular examination was normal. At the next day after surgery, she had complaint of pain but in physical exam neurovascular were normal with mild swelling. Due to the normal findings, patient was discharged two days after surgery. Two days after that she came back to emergency ward complaining of severe pain and swelling, physical exam was done in which distal pulses were undetectable. Color-doppler sonography performed that showed a hypoecho area around popliteal artery (proposing hematoma) and absence of blood flow in PTA and DPA. Vascular surgery consult was requested which asked for CT-angiography which reported absence of blood flow in following of popliteal artery (Figure 3), then she underwent embolectomy and vascular repair, also fasciectomy was done because of compartment syndrome occurring which led to peroneal and tibial nerve damage.

## Vascular Injury after Osteotomy around Knee (Case Report)

### Abstract

Lower limb malalignment around the knee may be a risk factor of knee osteoarthritis (OA) progression. A surgical treatment method for preventing OA progression is osteotomy and one of the rare side effects of this surgery is injury to the arteries. We present three cases, two men (24 and 42 years old) and one woman (15 years old) who were diagnosed with lower limb malalignment and received high tibial or distal femoral osteotomies and were complicated with arterial injury. Delay in diagnosis of the injury varied from about an hour to about one month after surgery.

**Keywords:** Bone malalignment, Osteotomy, Popliteal artery.

**Accepted:** 49 days before printing

Mohammad Amin Heydari, MD, Mohammad Kazem Emami Meybodi, MD, Mohsen Motalebi, MD

Trauma Research Center, Baqiyatallah  
University of Medical Sciences,  
Tehran, Iran.

### Introduction

Lower limb malalignment around the knee is an independent risk factor of knee osteoarthritis (OA) and its progression<sup>(1,3)</sup>. One of the surgical treatment methods for preventing OA is osteotomy<sup>(7)</sup> which is done by different methods in distal femur and proximal tibia depending on the deformity type<sup>(2,4)</sup>.

High tibial osteotomy (HTO) is a common treatment option for symptomatic isolated OA of the medial femorotibial compartment that includes medial open wedge osteotomy, lateral closed wedge osteotomy, arch osteotomy, and oblique osteotomy, of which the most used are the former 2 techniques<sup>(5,6)</sup>. The most common complications of the medial opening-wedge technique are infection, deep vein thrombosis, loss of reduction, fracture of the lateral tibial plateau and delayed- or non-union of the tibial osteotomy<sup>(8)</sup>. Some other rare complications are compartment syndrome and injuries of the popliteal neurovascular bundle<sup>(9,10)</sup>.

Although several studies of popliteal artery injury during osteotomy have been reported<sup>(11-14)</sup>, but in most studies, popliteal artery injury have not been delayed or asymptomatic. Therefore, in this study, we will present three cases in which popliteal artery injury after osteotomy was delayed and asymptomatic in two of them and in one case it was immediate.

### Corresponding Author:

Mohammad Kazem Emami Meybodi, MD

Email address:

dr.mkemamimeybodi@gmail.com

- 49 Bunnell WP. The natural history of idiopathic scoliosis before skeletal maturity. *Spine*. 1986;11(8):773-776. doi:10.1097/00007632-198610000-00003
- 50 Wang Y, Bunger CE, Zhang Y, Wu C, Li H, Dahl B, et al. Lowest instrumented vertebra selection for Lenke 5C scoliosis: a minimum 2-year radiographical follow-up. *Spine*. 2013;38(14):E894-900. doi:10.1097/BRS.0b013e31829176c0
- 51 Zhuang Q, Zhang J, Wang S, Yang Y, Lin G. How to select the lowest instrumented vertebra in Lenke type 5 adolescent idiopathic scoliosis patients? *Spine J*. 2021;21(1):141-149. doi:10.1016/j.spinee.2020.08.002
- 52 Ilharreborde B, Ferrero E, Angelliaume A, Lefevre Y, Accadbled F, Simon AL, et al. Selective versus hyperselective posterior fusions in Lenke 5 adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J*. 2017;26(6):1739-1747. doi:10.1007/s00586-016-4813-9
- 53 Tauchi R, Kawakami N, Ohara T, Saito T, Tanabe H, Morishita K, et al. Sagittal alignment profile following selective thoracolumbar/lumbar fusion in patients with Lenke type 5C adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2019;44(17):1193-1200. doi:10.1097/BRS.0000000000003043
- 54 Okubo T, Konomi T, Yanai Y, Furukawa M, Fujiyoshi K, Yamane J, et al. Selective Anterior Fusion Surgery Does Not Influence Global Spinal Sagittal Alignment in Lenke Type 5 Adolescent Idiopathic Scoliosis Patients. *Spine*. 2022;47(3):234-241. doi:10.1097/BRS.0000000000004254
- 55 Karademir G, Sariyılmaz K, zkunt O, Demirel M, Dikici F, Domani U. Does Thoracic Kyphosis Have Any Importance in Selective Versus Nonselective Fusion Preference in Patients With Lenke Type 5C Adolescent Idiopathic Scoliosis? *J Orthop Res Ther*. 2021;2021. doi:10.29011/2575-8241.000545
- 56 Wang F, Xu XM, Wei XZ, Zhu XD, Li M. Spontaneous thoracic curve correction after selective posterior fusion of thoracolumbar/lumbar curves in Lenke 5C adolescent idiopathic scoliosis. *Medicine*. 2015;94(29):e1156. doi:10.1097/MD.0000000000001156
- 57 Xu XM, Wang F, Zhou XY, Liu ZX, Wei XZ, Bai YS, et al. Sagittal balance in adolescent idiopathic scoliosis: a radiographic study of spinopelvic compensation after selective posterior fusion of thoracolumbar/lumbar (Lenke 5C) curves. *Medicine*. 2015;94(45):e1995. doi:10.1097/MD.0000000000001995

- 23 Geck MJ, Rinella A, Hawthorne D, Macagno A, Koester L, Sides B, et al. Comparison of surgical treatment in Lenke 5C adolescent idiopathic scoliosis: anterior dual rod versus posterior pedicle fixation surgery. *Spine*. 2009;34(18):1942-1951. doi:10.1097/BRS.0b013e3181b03d82
- 24 Li M, Ni J, Fang X, Liu H, Zhu X, He S, et al. Comparison of selective anterior versus posterior screw instrumentation in Lenke5C adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2009;34(11):1162-1166. doi:10.1097/BRS.0b013e31819e2c44
- 25 Tanaka M, Fujiwara Y, Uotani K, Yamauchi T, Misawa H. C-Arm-Free Anterior Correction for Adolescent Idiopathic Scoliosis (Lenke Type 5C): Analysis of Early Outcomes and Complications. *World Neurosurg*. 2021;149:e1090-e1097. doi:10.1016/j.wneu.2021.03.133
- 26 Sweet FA, Lenke LG, Bridwell KH, Blanke KM, Whorton J. Prospective radiographic and clinical outcomes and complications of single solid rod instrumented anterior spinal fusion in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2001;26(18):1956-1965. doi:10.1097/00007632-200109150-00007
- 27 Shufflebarger HL, Geck MJ, Clark CE. The posterior approach for lumbar and thoracolumbar adolescent idiopathic scoliosis: posterior shortening and pedicle screws. *Spine*. 2004;29(3):269-276. doi:10.1097/01.BRS.0000109882.74125.19
- 28 Yoshihara H. Surgical Treatment of Lenke Type 5 Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Systematic Review. *Spine*. 2019;44(13):E788-E799. doi:10.1097/BRS.0000000000003019
- 29 Bin Y, Zhang JG, Qiu GX, Lu WC, Wang YP, Shen JX, et al. Selective anterior thoracolumbar/lumbar fusion and instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis patients. *Chin Med J*. 2010;123(21):3003-3008. doi:10.3760/cma.j.issn.0366-6999.2010.21.011
- 30 Zhang Y, Lin G, Zhang J, Guo J, Wang S, Yang Y, et al. Radiographic evaluation of posterior selective thoracolumbar or lumbar fusion for moderate Lenke 5C curves. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2017;137(1):1-8. doi:10.1007/s00402-016-2594-6
- 31 Yang C, Zhao Y, Zhai X, Li J, Zhu X, Li M. Coronal balance in idiopathic scoliosis: a radiological study after posterior fusion of thoracolumbar/lumbar curves (Lenke 5 or 6). *Eur Spine J*. 2017;26(6):1775-1781. doi:10.1007/s00586-016-4921-6
- 32 Matsumura A, Iwamae M, Namikawa T, Kato M, Hori Y, Hidaka N, et al. Spontaneous improvement of postoperative coronal imbalance following selective thoracolumbar-lumbar fusion in Lenke 5C adolescent idiopathic scoliosis. *World Neurosurg*. 2021;148:e269-e275. doi:10.1016/j.wneu.2021.01.147
- 33 Li J, Hwang SW, Shi Z, Yan N, Yang C, Wang C, et al. Analysis of radiographic parameters relevant to the lowest instrumented vertebrae and postoperative coronal balance in Lenke 5C patients. *Spine*. 2011;36(20):1673-1678. doi:10.1097/BRS.0b013e31820e626e
- 34 Hwang CJ, Lee CS, Kim H, Lee DH, Cho JH. Spontaneous correction of coronal imbalance after selective thoracolumbar-lumbar fusion in patients with Lenke-5C adolescent idiopathic scoliosis. *Spine J*. 2018;18(10):1822-1828. doi:10.1016/j.spinee.2018.03.013
- 35 Yang X, Liu L, Song Y, Zhou C, Zhou Z, Wang L, et al. Pre- and postoperative spinopelvic sagittal balance in adolescent patients with Lenke type 5 idiopathic scoliosis. *Spine*. 2015;40(2):102-108. doi:10.1097/BRS.0000000000000688
- 36 Wang F, Zhou XY, Xu XM, Yang YL, Zhu XD, Bai YS, et al. Cervical sagittal alignment limited adjustment after selective posterior thoracolumbar/lumbar curve correction in patients with Lenke type 5C adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2017;42(9):E539-E546. doi:10.1097/BRS.0000000000001890
- 37 Etemadifar MR, Andalib A, Yazdi MM, Farzinnia S. Evaluation of long term outcome of selective fusion in patients with idiopathic scoliosis. *Int J Burns Trauma*. 2021;11(1):48-55. PMID: 33824782
- 38 Louer C, Yaszay B, Cross M, Bartley CE, Bastrom TP, Shah SA, et al. Ten-year outcomes of selective fusions for adolescent idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*. 2019;101(9):761-770. doi:10.2106/JBJS.18.00498
- 39 Delfino R, Pizones J, Ruiz-Juretschke C, Sánchez-Mariscal F, Zúñiga L, Izquierdo E. Selective Anterior Thoracolumbar Fusion in Adolescent Idiopathic Scoliosis: Long-Term Results After 17-Year Follow-Up. *Spine*. 2017;42(13):E788-E794. doi:10.1097/BRS.0000000000002001
- 40 Chen K, Chen Y, Shao J, Zhoutian J, Wang F, Chen Z, et al. Long-Term Follow-up of Posterior Selective Thoracolumbar/Lumbar Fusion in Patients With Lenke 5C Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Global Spine J*. 2020;11(7):1070-1079. doi:10.1177/2192568220965566
- 41 Shetty AP, Suresh S, Aiyer SN, Kanna R, Rajasekaran S. Radiological factors affecting post-operative global coronal balance in Lenke 5 C scoliosis. *J Spine Surg*. 2017;3(4):541-547. doi:10.21037/jss.2017.10.01
- 42 Fortin C, Grunstein E, Labelle H, Parent S, Feldman DE. Trunk imbalance in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine J*. 2016;16(6):687-693. doi:10.1016/j.spinee.2016.01.015
- 43 Hu B, Yang X, Yang H, Liu L, Chen P, Wang L, et al. Coronal imbalance in Lenke 5C adolescent idiopathic scoliosis regarding selecting the lowest instrumented vertebra. *World Neurosurg*. 2018;117:e522-e529. doi:10.1016/j.wneu.2018.06.067
- 44 Lin Y, Chen W, Chen A, Li F, Xiong W. Anterior versus posterior selective fusion in treating adolescent idiopathic scoliosis. *World Neurosurg*. 2018;111:e830-e844. doi:10.1016/j.wneu.2018.01.002
- 45 Pan W, Liu Z, Zhao Z, Li J, Zeng C, Zhu Z, et al. Comparison of spontaneous correction in thoracic curves after anterior versus posterior selective fusion in Lenke type 5C adolescent idiopathic scoliosis. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*. 2018;98(33):2650-2665. doi:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.33.010
- 46 Li J, Zhao Z, Tseng C, Zhu Z, Qiu Y, Liu Z. Selective fusion in Lenke 5 adolescent idiopathic scoliosis. *World Neurosurg*. 2018;118:e784-e791. doi:10.1016/j.wneu.2018.07.052
- 47 Chang SY, Son J, Zheng GB, Chang BS, Lee CK, Kim H. Clinical outcomes of selective fusion for the thoracolumbar-lumbar curve in patients with Lenke type 6C adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop B*. 2021;30(3):211-217. doi:10.1097/BPB.0000000000000751
- 48 Direito-Santos B, Queirós CM, Serrano P, Encarnação Â, Campos A, Oliveira A. Long-term follow-up of anterior spinal fusion for thoracolumbar/lumbar curves in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2019;44(16):1137-1143. doi:10.1097/BRS.0000000000003041

manifests as a gradual failure of correction, a progressive shift in lumbar vertebrae, or alterations in disc angles beneath the lowest fused vertebra (LIV). Reported incidence rates for adding-on and thoracic decompensation reach as high as 36% and 29%, respectively<sup>(6)</sup>. Nevertheless, in most cases, revision surgery was not required, and patients did not have clinical complaints<sup>(6,45)</sup>.

## Conclusion

Overall, the discussion section of this study emphasizes the efficacy and safety of TL/L fusion for AIS. The article highlights the importance of appropriate patient selection, the benefits of this approach on quality of life, and the need for further research to address gaps in the existing literature. These findings can serve as a guide for clinicians in making informed decisions regarding treatment options for adolescents with scoliosis.

## References

- 1 Lenke LG, Betz RR, Harms J, Bridwell KH, Clements DH, Lowe TG, et al. Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am.* 2001;83(8):1169-1181. doi:10.2106/00004623-200108000-00006
- 2 King HA, Moe JH, Bradford DS, Winter RB. The selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 1983;65(9):1302-1313. doi:10.2106/00004623-198365090-00005
- 3 Moe JH. Modern concepts of treatment of spinal deformities in children and adults. *Clin Orthop Relat Res.* 1980;(150):137-153. PMID: 7438602
- 4 Edwards CC, Lenke LG, Peelle M, Sides B, Rinella A, Bridwell KH. Selective thoracic fusion for adolescent idiopathic scoliosis with C modifier lumbar curves: 2- to 16-year radiographic and clinical results. *Spine.* 2004;29(5):536-546. doi:10.1097/01.brs.0000108743.10876.8b
- 5 Senkoğlu A, Luk KD, Wong YW, Cheung KM. Prognosis of spontaneous thoracic curve correction after the selective anterior fusion of thoracolumbar/lumbar (Lenke 5C) curves in idiopathic scoliosis. *Spine J.* 2014;14(7):1117-1124. doi:10.1016/j.spinee.2013.07.464
- 6 Studer D, Awais A, Williams N, Antoniou G, Eardley-Harris N, Cundy P. Selective fusion in adolescent idiopathic scoliosis: a radiographic evaluation of risk factors for imbalance. *J Child Orthop.* 2015;9(2):153-160. doi:10.1007/s11832-015-0654-z
- 7 Bosch P, Kenkre TS, Londino JA, Cassara A, Yang C, Waters JH. Coagulation profile of patients with adolescent idiopathic scoliosis undergoing posterior spinal fusion. *J Bone Joint Surg Am.* 2016;98(20):e88. doi:10.2106/JBJS.15.01384
- 8 Jiang J, Qian BP, Qiu Y, Wang B, Yu Y, Zhu ZZ. Full fusion of proximal thoracic curve helps to prevent postoperative cervical tilt in Lenke type 2 adolescent idiopathic scoliosis patients with right-elevated shoulder. *BMC Musculoskelet Disord.* 2017;18(1):1-7. doi:10.1186/s12891-017-1797-5
- 9 Lenke LG, Edwards CC, Bridwell KH. The Lenke classification of adolescent idiopathic scoliosis: how it organizes curve patterns as a template to perform selective fusions of the spine. *Spine.* 2003;28(20):S199-207. doi:10.1097/01.BRS.0000092219.13639.96
- 10 Lee CS, Hwang CJ, Lee DH, Cho JH. Five major controversial issues about fusion level selection in corrective surgery for adolescent idiopathic scoliosis: a narrative review. *Spine J.* 2017;17(7):1033-1044. doi:10.1016/j.spinee.2017.03.019
- 11 Dwyer A, Schafer MF. Anterior approach to scoliosis: results of treatment in fifty-one cases. *J Bone Joint Surg Br.* 1974;56(2):218-224. doi:10.1302/0301-620X.56B2.218
- 12 Ogilvie JW. Anterior spine fusion with Zielke instrumentation for idiopathic scoliosis in adolescents. *Orthop Clin North Am.* 1988;19(2):313-317. PMID: 3282199
- 13 Deviren V, Berven S, Kleinstueck F, Antinnes J, Smith JA, Hu SS. Predictors of flexibility and pain patterns in thoracolumbar and lumbar idiopathic scoliosis. *Spine.* 2002;27(21):2346-2349. doi:10.1097/00007632-200211010-00008
- 14 Huitema GC, Jansen RC, van Ooij A, Punt IM, van Rhijn LW. Predictability of spontaneous thoracic curve correction after anterior thoracolumbar correction and fusion in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine J.* 2015;15(5):966-970. doi:10.1016/j.spinee.2013.06.091
- 15 Majd ME, Castro FP, Holt RT. Anterior fusion for idiopathic scoliosis. *Spine.* 2000;25(6):696-702. doi:10.1097/00007632-200003150-00008
- 16 Lenke LG, Bridwell KH, Baldus C, Blanke K. Preventing decompensation in King type II curves treated with Cotrel-Dubousset instrumentation. *Spine.* 1992;17(8 Suppl):S274-281. doi:10.1097/00007632-199208001-00004
- 17 Sanders AE, Baumann R, Brown H, Johnston CE, Lenke LG, Sink E. Selective anterior fusion of thoracolumbar/lumbar curves in adolescents: when can the associated thoracic curve be left unfused? *Spine.* 2003;28(7):706-713. doi:10.1097/01.BRS.0000051923.07449.9A
- 18 Dwyer A, Newton N, Sherwood A. An anterior approach to scoliosis. *Clin Orthop Relat Res.* 1969;62:192-202. PMID: 5785953
- 19 Luk KD, Leong JC, Reyes L, Hsu LC. The comparative results of treatment in idiopathic thoracolumbar and lumbar scoliosis using the Harrington, Dwyer, and Zielke instrumentations. *Spine.* 1989;14(3):275-280. doi:10.1097/00007632-198903000-00007
- 20 Lenke L, Clements D, Harms J, Newton P, et al. Anterior single-rod instrumentation of the thoracic and lumbar spine: saving levels. *Spine.* 2003;28(20):S208-216. doi:10.1097/01.BRS.0000092218.87251.07
- 21 Wang ZW, Shen YQ, Wu Y, Li J, Liu Z, Xu JK, et al. Anterior Selective Lumbar Fusion Saving More Distal Fusion Segments Compared with Posterior Approach in the Treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis with Lenke Type 5. *Orthop Surg.* 2021;13(8):2327-2334. doi:10.1111/os.13074
- 22 Hee HT, Yu ZR, Wong HK. Comparison of segmental pedicle screw instrumentation versus anterior instrumentation in adolescent idiopathic thoracolumbar and lumbar scoliosis. *Spine.* 2007;32(14):1533-1542. doi:10.1097/BRS.0b013e318067dc24

correction remained consistent in mid-term and 10-year follow-ups, with corrections of 62% and 60% of the preoperative values, respectively ( $P > 0.05$ ).

The compensatory MT curve that underwent fusion measured on average  $25 \pm 8^\circ$  preoperatively,  $20 \pm 8^\circ$  (21% correction) on the first standing follow-up, and  $16 \pm 7^\circ$  (60% correction relative to preoperative) at the 10-year follow-up. CB showed significant improvement, increasing from 3.1 cm before surgery to 0.9 cm at the 10-year follow-up ( $P < 0.001$ ), demonstrating notable progress in patients who underwent selective TL/L fusion.

Thoracic kyphosis (TK) did not change significantly postoperatively, and lumbar lordosis (LL) remained normal, despite temporary hypolordosis in the first standing follow-up<sup>(28)</sup>.

Delfino et al.<sup>(56)</sup> reported 35 patients with adolescent idiopathic scoliosis (AIS) who had anterior selective thoracolumbar/lumbar fusion were tracked for a minimum of 12 years. The average preoperative thoracolumbar/lumbar Cobb angle was  $49.5 \pm 9^\circ$ , with postoperative and final follow-up corrections achieving  $79 \pm 13\%$  and  $72 \pm 18\%$ , respectively. The mean preoperative thoracic Cobb angle was  $31.4 \pm 14.2^\circ$ , which enhanced to  $18.4 \pm 11.9^\circ$  after surgery and reached  $17.8 \pm 10.8^\circ$  by the final follow-up. Rotation of the apical vertebral from  $25.8 \pm 7.8^\circ$  significantly enhanced to  $9.2 \pm 5.5^\circ$  and ultimately to  $8 \pm 5.2^\circ$  ( $P = 0.001$ ). Sagittal parameters (T5–T12 =  $27.2^\circ$ , L1–S1 =  $56.9^\circ$ ) remained relatively unchanged throughout the study. Coronal balance from 2.4 cm changed to 1.6 cm after fusion and 0.8 cm at the final visit ( $P = 0.006$ ). There were no reports of reconsideration operations or infections, though one patient did require lumbar surgery because of symptomatic disc degeneration.

In the study by Direito-Santos et al.<sup>(42)</sup>, anterior selective TL/L fusion was assessed in a total of 65 patients classified as Lenke 5C and 10 patients classified as Lenke 6C, with an average follow-up period of 9 years. For those with Lenke 5C, there was an average correction of  $85.1 \pm 10.5\%$  in the fused TL/L curve, which remained stable at the ultimate follow-up ( $P > 0.05$ ). The unfused thoracic curve exhibited an initial postoperative correction of  $59.9 \pm 30.5\%$ , which improved to  $66.3 \pm 28.9\%$  by the time of the ultimate evaluation ( $P < 0.018$ ). Additionally, the Cobb angle improved significantly from  $28.9 \pm 14$  mm to  $5.7 \pm 6.7$  mm ( $P < 0.001$ ) and stayed consistent. However, the thoracic kyphosis (TK) and lumbar

lordosis (LL) measurements did not show any significant changes after surgery.

In the Lenke 6C cases, the mean TL/L Cobb angle before surgery measured  $58.6 \pm 13.9^\circ$ , which decreased to  $22.6 \pm 14.5^\circ$  after surgery ( $P < 0.001$ ), indicating a correction of  $62.5 \pm 20.6\%$  that remained stable at the last radiographs ( $P > 0.05$ ). The thoracic Cobb angle reduced from  $39 \pm 7.6^\circ$  to  $30.6 \pm 10.1^\circ$  post-surgery ( $P < 0.008$ ), achieving a correction of  $22.4 \pm 17.5\%$ . The thoracic Cobb angle at the final follow-up was  $29.3 \pm 10.7^\circ$ , showing no significant change from the postoperative measurements. Additionally, the CB improved from  $20.9 \pm 14.5$  mm preoperatively to  $16.6 \pm 14.2$  mm at the final follow-up ( $P = 0.086$ ). In this group, 10 cases (15.4%) from the 5C group and 2 cases (20%) from the 6C group experienced asymptomatic nonunion at the distal level. There were no significant degenerative alterations during the ultimate radiographical assessment.

Chen et al.<sup>(57)</sup> performed a research involving patients with Lenke type 5 AIS, which had  $11.26 \pm 0.85$  years follow-up period of, for evaluation the outcomes of posterior selective TL/L fusion. The average Cobb angles before surgery were  $24.0 \pm 9.0^\circ$  for the thoracic curve and  $45.4 \pm 6.3^\circ$  for the TL/L curve, which reduced to  $12.2^\circ$  and  $12.4^\circ$  three months after the operation. By the ten-year follow-up, the correction was lost  $2.2^\circ$  for the thoracic and  $1.5^\circ$  for the TL/L curve.

They indicated that out of 37 patients, 20 exhibited preoperative coronal imbalance (CIB), but the majority achieved normal levels within the first three months and maintained balance during follow-up. The TK and proximal junctional angle (PJA) showed a gradual rise over time. Proximal junctional kyphosis (PJK) was reported in one out of 37 patients (2.7%) at the three-month mark, and this figure rose to 12 out of 37 patients (32.4%) by the ten-year follow-up. There were no significant differences between the M and N sagittal modifier groups or between those initially imbalanced and those balanced. PJK continues to be viewed as a multifactorial occurrence and a dynamic compensatory response that aids in keeping body equilibrium and decreasing energy expenditure while standing or walking.

The “adding-on phenomenon” and the decompensating of the unfused thoracic curve are acknowledged complications associated with selective fusion (SF), which may deter some surgeons from utilizing this approach. The adding-on sensation

1. The highest vertebra contacting the CSVL,
2. Rotation of grade 1 or less on the Nash–Moe grading system in standing AP radiographs,
3. The CSVL crosses between the two pedicles of the LIV on radiographs taken during concave-side bending,
4. Absence of placement at the apex of kyphosis.

According to the King classification, the CSVL is characterized as a line that is perpendicular to the iliac crest. Research by Ilharreborde et al. demonstrated that in patients who display the adding-on phenomenon (where there is an increase of more than 5° in the anterior tilt of the LIV), the LIV in 62.5% was situated above the last-touching vertebra (LTV) and in 87.5% above the stable vertebra. Consequently, when determining the LIV, it is essential to consider both the stable vertebra and the LTV.

### Sagittal Alignment

Limited research has focused on the sagittal plane in selective thoracolumbar/lumbar fusion, while the coronal plane has received more attention. In this study, 39 Lenke type 5C AIS who received selective posterior thoracolumbar/lumbar fusion<sup>(46,47)</sup> were examined and categorized into two groups based on their T5–T12 kyphosis (sagittal modifier): group N (10–40°) and group M (<10°).

In summary, there were significant changes in several measurements from values before surgery to the ultimate follow-up. These include the main thoracic/lumbar curve, the minor thoracic curve, global thoracic kyphosis (TK, T1–12), lower thoracic kyphosis (LTK, T5–12), thoracolumbar kyphosis (TLK, T10–L2), cervical lordosis (CL), T1 slope, C7 sagittal vertical axis, and the apex of thoracic kyphosis. In contrast, lumbar lordosis (LL), sacral slope (SS), pelvic tilt (PT), and the location of the apex did not show significant changes after the surgery.

Concerning the Lenke sagittal modifier groups, there were notable differences in preoperative TK (T1–12), TK (T5–12), TLK, and CL between the two groups, but no significant differences were found after surgery. These results align with the research conducted by Okubo et al.<sup>(48)</sup>, which indicated that selective TL/L fusion predominantly influences the M group in terms of sagittal alignment compared to the N group. In this regard, Karadimr et al.<sup>(49)</sup> recommended that selective fusion should be reserved for patients

classified as Lenke sagittal modifier N and not advised for those with T5–T12 kyphosis exceeding 40°.

Conversely, LL and spinopelvic measurements are affected following selective TL/L fusion<sup>(50-52)</sup>, suggesting that the mean length of fusion is extended and the last instrumented vertebra (LIV) is placed further down, impacting lumbosacral alignment.

Wang et al. (2017)<sup>(53)</sup> conducted a study examining the relationship between posterior selective thoracolumbar/lumbar fusion and cervical sagittal alignment (CSA) in a group of 30 cases diagnosed with Lenke type 5C adolescent idiopathic scoliosis (AIS). Their findings indicated that while postoperative changes in lumbar curvature do not have a direct impact on CSA, excessive indirect adjustments to the thoracolumbar/lumbar curve can cause increased thoracic sagittal alignment (TSA). This, in turn, can elevate the T1 sagittal slope and subsequently affect the CSA in these patients.

Additionally, T1 slope was found to correlate before and after surgery with C2–C7 lordosis, proximal thoracic kyphosis (proximal-TK), and global thoracic kyphosis (global-TK). In some patients, increased TSA resulted in the development of cervical lordosis (CL) to maintain horizontal gaze. However, some patients experienced a recurrence of reduced cervical lordosis due to intrinsic cervical spine stiffness<sup>(44-48)</sup>.

### Long-term Outcomes

Evaluating long-term outcomes, patient satisfaction, and complications associated with selective TL/L fusion is crucial. In a research conducted by Etemadifar et al.<sup>(54)</sup> that focused on patients with selective fusion (SF) for adolescent idiopathic scoliosis (AIS), significant improvements were noted post-surgery. There was a marked enhancement in the ratio of apical vertebral translation (AVT) between the thoracic curve and the TL/L curve. Furthermore, worsening of deformity, the adding-on phenomenon, coronal decompensation, or needed revision operation was happened in any patients. The analysis of patient satisfaction indicated that 85.8% of participants were content with the results, while 9.2% expressed dissatisfaction.

Lower et al.<sup>(55)</sup> differentiated between patients receiving selective thoracic fusion and those undergoing TL/L fusion, analyzing each group independently. The average preoperative coronal Cobb angle for the TL/L group was 45 ± 8°, which improved to 16 ± 7° at the first standing follow-up, resulting in a 64% correction rate. This level of

shoulder imbalance reach coronal and shoulder stability at the final evaluation. Furthermore, CIB has no significant impact on back pain or clinical outcomes, in short term<sup>(32,36,37)</sup>.

### Comparison of Anterior and Posterior Methods

Comparisons between anterior and posterior surgical approaches indicate that the rates of correction for the fused TL/L curve, the non-fused thoracic curve, and the occurrence of complications are comparable<sup>(24,38)</sup>. However, the posterior approach tends to have a lower failure rate of implant and pseudoarthrosis, although it is associated with a higher rate of proximal junctional kyphosis (PJK). This may be attributed to increased construct rigidity and extended fusion levels<sup>(28,39,40)</sup>.

A shorter fusion level will be able to retain more motion in the lumbar area, because the majority of spine motion occurs in this area. Li et al.<sup>(40)</sup> found that posterior TL/L fusion is more effective than anterior fusion in restoration and preservation of the lumbar lordosis (LL) in instrumented segments during both short-term and long-term postoperative assessments in the sagittal plane. Additionally, their research indicated that even with modern anterior instrumentation using structural cages, it is not possible to completely prevent the potential for kyphosis in the instrumented segment over time.

Additionally, TK showed good restoration in the two groups. Nonetheless, TK was marginally greater in the posterior group at the ultimate follow-up, though this discrepancy was not statistically significant. Lin et al. confirmed the same results in their meta-analysis<sup>(38)</sup>.

### Selective TL/L Fusion in Lenke Type 6

Several studies have examined the outcomes of the non-fused structural thoracic curve after selective thoracolumbar/lumbar fusion in patients with Lenke type 6C AIS. In research conducted by Chang et al.<sup>(41)</sup>, the results of radiography in 18 patients with Lenke type 5C AIS were compared to those of 13 patients with type 6C. The findings indicated 32.2% correction rate after posterior selective TL/L fusion in the type 6C group. Nevertheless, the rate of correction for fused TL/L curve and non-fused thoracic curve were consistently lower than those observed in the type 5C group at all assessment points in the research.

Similarly, in a study involving ten patients with Lenke type 6C AIS, Direito-Santos and colleagues<sup>(42)</sup> found

that there was a 22.4% correction in the non-fused thoracic curve after performing an anterior selective TL/L fusion. This result aligns with what previous research has shown. One important thing to consider is that if a patient still has growth remaining at the time of their surgery, there is a chance that the curve could worsen after the operation<sup>(17,43)</sup>. For younger patients, the compensatory thoracic curve tends to be flexible and may even correct itself after the selective fusion. However, it's important to note that some cases have shown continuing progression, highlighting the need for focused long-term studies in this group of patients.

Chang et al. demonstrated that there were no differences in thoracolumbar/lumbar AVT evaluated at any time, which might account for the comparable SRS-22 scores observed in both groups. For patients with AIS, the primary goal of treatment is to improve spinal advent and balance while limiting the extent of fusion, which makes selective TL/L fusion a worthwhile choice for managing Lenke type 6C.

### Selection of the Lowest Instrumented Vertebra (LIV)

A key challenge in selection of TL/L fusion is determining the lowest instrumented vertebra (LIV). While fusing additional levels may improve spinal correction, it can also lead to decreased spinal mobility. Thus, the choice of LIV should optimize both mobility and correction.

Wang et al.<sup>(44)</sup> suggested two equations for determining the LIV and forecasting the ultimate correction and equilibrium:

1. The ultimate measurement of the lumbar apical vertebra (AV) subtracted from the central sacral vertical line (CSVL) is 14.1, increased by 1.2 times the distance between the preoperative LIV and CSVL.
2. The ultimate AV–CSVL distance in the thoracic spine equals 36.2 plus 0.5 times the preoperative thoracic AV–CSVL distance, plus 0.7 times the preoperative LIV–CSVL distance.

The selection criteria for the LIV included a lateral displacement of up to 28 mm and a tilt of up to 25°. For instance, achieving an ultimate distance of 25 mm between the lumbar AV and CSVL could indicate that the preoperative distance between LIV and CSVL was less than 9.1 mm.

Zhuang et al.<sup>(45)</sup> outlined the criteria for selecting LIV in the following manner:

- TL/L-to-MT Cobb ratio >1.25
- TL/L angle is less than 55°
- Or thoracic Cobb angle less than 25° on bending films were predictive of successful surgery

These criteria, initially developed for anterior TL/L fusion, are generally applicable to posterior approaches as well.

## Key Indicators for TL/L Selective Fusion

### Ideal Candidates

Lenke types 5C and 6C

### Clinical Criteria

- Level of shoulders or higher left shoulder
- TL/L trunk shift should be more pronounced than the thoracic shift.
- TL/L scoliometer reading exceeds the measurement of the thoracic curve.

### Radiographic Criteria

- AVT TL/L to MT ratio >1.25
- AVR TL/L to MT ratio >1.25
- Cobb angle TL/L to MT ratio >1.25

### Additional Criteria

- MT curve <40°
- TL/L curve <55°
- MT curve more flexible than TL/L
- No thoracolumbar junction kyphosis (T10–L2 <20°)

## Anterior vs. Posterior Approach

Selective TL/L fusion can be accomplished through both anterior or posterior approaches. Utilizing an anterior approach for correction and fusion with instrument provides various benefits compared to the posterior method, including:

1. Correction forces are applied farther from the curve's apex in both lateral translation and rotation, resulting in greater corrective control<sup>(15,18–20)</sup>.
2. The anterior approach results in a shorter spine, thereby lowering the likelihood of traction injuries to the spinal cord compared to the posterior approach<sup>(3,18)</sup>.
3. Greater preservation of spinal motion is possible due to shorter fused levels<sup>(4,20,21)</sup>.
4. Prevention of the "crankshaft phenomenon" in children<sup>(18)</sup>, which is facilitated by improved

visualization, intervertebral fusion, and less technical dependency<sup>(22–24)</sup>.

Additional reported benefits include correction of vertebral rotation and reduction of deformity in adjacent regions<sup>(25)</sup>. Complications associated with anterior fusion include implant failure, pseudoarthrosis, pulmonary dysfunction, inability to range the fusion levels, and a kyphotic loading mechanism<sup>(25–27)</sup>. Nevertheless, just 23 study groups (38%) conducted anterior procedures, likely because of the surgeons' limited experience with them<sup>(28)</sup>. Moreover, improved correction with fewer drawbacks than posterior fusion has become more feasible with the introduction of pedicle screws, which enhance construct stability.

The typical rate of correction for the fused TL/L curve in Lenke type 5C, whether using anterior or posterior surgical approaches, has been documented to be between 70% and 85%<sup>(14,29,30)</sup>. For the non-fused MT curve, the correction rate ranges from 40–55%, with 1–10° loss of correction associated with the fused or non-fused curve at ultimate follow-up. Right after the surgery, coronal and shoulder imbalances were noted in as many as 50% of the patients, although most of them attained balance during the follow-up period<sup>(31,32)</sup>.

Several risk factors have been linked to postoperative coronal imbalance (CIB), including: a preoperative L5 tilt greater than 10° observed in bending films, a higher lowest instrumented vertebra (LIV), a younger age at the time of surgery, a larger TL/L curve, thoracolumbar/lumbar apical vertebral translation (AVT) measured seven days after surgery, a less flexible TL/L curve, increased thoracolumbar kyphosis, larger end-vertebra angles, a preoperative LIV tilt of less than 25°, the inability to achieve a LIV tilt of less than 8°, and a preoperative upper instrumented vertebra (UIV) displacement of 25 mm or more.

Coronal imbalance (CIB) is characterized by a lateral deviation of the trunk in the frontal plane, as estimated radiographically by a horizontal displacement of more than 2 cm between the C7 plumb line and the center of the sacrum. CIB is a recognized complication following spinal deformity surgery, often causing cosmetic concerns and functional impairment, although its relationship with low back pain remains inconclusive in short-term follow-ups<sup>(31–35)</sup>. Although there have been few studies investigating the factors influencing CIB after surgery, the majority of cases with early CIB and

Additionally, identifying suitable patients and deciding which vertebrae to incorporate into the fusion process are the primary challenges in selective TL/L fusion.

### Selective Thoracolumbar/Lumbar (TL /L) Fusion Criteria

The Lenke category f in 2001, or AIS was proposed, focusing on the impact of selective fusion on treatment results. This method suggests that only including the structural curves in the fusion, and non-structural curves excluded from the treatment strategy. Selective TL / L fusion applies specifically to Lenke types 5C and 6C<sup>(9)</sup>.

According to the Lenke category system, when the amount of the TL/L curve surpasses that of the thoracic curve, it is categorized as either Lenke 5C or 6C. In Lenke type 5, the thoracic curve usually reduces to under 25 degrees on lateral bending films, and the T10–L2 kyphosis measures less than 20 degrees, which generally makes selective fusion straightforward. However, in type 6, challenges may arise, though selective TL/L fusion might yet be possible in certain situations<sup>(15–17)</sup>.

Selective TL/L fusion should only be carried out if the thoracic curve is elastic and near to reach skeletal maturity<sup>(10)</sup>. If not, the thoracic curve may continue to progress, potentially causing complications in the instrumented upper or lower spinal segments. Clinical observations suggest that performing selective TL/L fusion in females before menarche is related with an increased probability of complications or failure of surgery.

### Early Studies and Initial Criteria for TL/L Selective Fusion

- Dwyer and Schafer<sup>(11)</sup> performed this procedure and emphasized that only the lumbar curve need fusion, provided the thoracic curve fully corrected on lateral bending films.
- Ogilvie (1988)<sup>(12)</sup> outlined initial criteria for selective TL/L fusion, including:
  - Compensatory main thoracic (MT) curve less than 40 degrees
  - Adequate flexibility
- Absence of significant appearance deformity.
- Deviren et al.<sup>(13)</sup> demonstrated that the patient's age and the size of the curve are key factors influencing the flexibility of structural

curves; patients with larger curves and those who are older tend to exhibit reduced flexibility.

- Hiewtma et al.<sup>(14)</sup> observed that the amount of correction of the TL/L curve diminishes as the age increases.
- According to Majd et al.<sup>(15)</sup>, if the TL/L curve correction is under 50% of the original curvature or below 40 degrees, it might also be necessary to perform fusion on the compensatory thoracic curve.

### Lenke Radiographic Criteria for TL/L Selective Fusion

Lenke et al.<sup>(16)</sup> established the following criteria in radiography for performing selective anterior s thoracolumbar/lumbar fusion:

1. The ratio of apical vertebral translation (AVT) in the main thoracic (MT) curve compared to the thoracolumbar/lumbar (TL/L) curve should exceed 1.25.
2. The ratio of apical vertebral rotation (AVR) in the MT curve to the TL/L curve should also be greater than 1.25.
3. The flexibility of the MT curve should be more than that of the TL/L curve, ideally with a Cobb angle of less than 25° observed during lateral bending.
4. The kyphosis at the thoracolumbar junction (T10–L2) should be below 20°.

Additional clinical criteria are as follows:

- Shoulders are even, or the left shoulder is slightly elevated.
- The trunk shift in the TL/L position is more significant than the MT shift.
- The scoliometer reading for TL/L is greater than that for MT, with a ratio exceeding 1.2.
- The thoracic rib hump is considered acceptable by the patient, their parents, and the surgeon, as any postoperative rib alterations are expected to be minimal.

### Final Outcomes and Patient Selection Criteria

In a 2-year review of 49 patients undergoing anterior selective TL/L fusion, Sanders et al.<sup>(17)</sup> concluded that:

- Thoracic curves less than 40° yielded acceptable outcomes
- Skeletal maturity (tri-radiate cartilage closure) was the best predictor of success

## Adolescent Idiopathic Scoliosis: Selective Thoracolumbar/Lumbar Fusion (Review Article)

### Abstract

Adolescent idiopathic scoliosis (AIS) is a three-dimensional spinal deformity causing physical/psychological burdens. Optimal preoperative planning enhances appearance while preserving spinal function. Corrective surgery restores spinal mobility and balance. In dual-curve cases, selective fusion corrects one curve, inducing spontaneous correction of the other—preserving spinal motion and attracting surgical interest. However, limited adoption persists due to insufficient data. This study evaluates selective thoracolumbar/lumbar fusion, detailing surgical outcomes and complications to guide surgeons in procedure selection. Evidence confirms selective thoracic fusion is effective and safe for AIS, offering significant correction, improved quality of life, and fewer complications versus extensive approaches. Future research should refine patient criteria and assess long-term effects.

**Keywords:** Scoliosis, Kyphosis, Spine.

**Accepted:** 45 days before printing

Mohsen Motalebi, MD, Hamid Hesarikia, MD, Keivan Asadi, MD, Ali Reza Shakeri Sefat, MD

Trauma Research Center, Baqiyatallah  
University of Medical Sciences,  
Tehran, Iran.

### Introduction

AIS refers to a spinal disorder considered by a three-dimensional structural deformity that affects both the spine and the trunk. While AIS can progress during growth and result in cosmetic concerns, it is usually asymptomatic. Several classification systems have been proposed for AIS<sup>(1,2)</sup>; however, each has its limitations, and none is entirely comprehensive.

Determining the appropriate levels for spinal fusion remains one of the most challenging aspects of AIS management. Although the foundational principles of fusion described by Moe and colleagues<sup>(3)</sup> have stayed largely unchanged, advances in instrumentation systems have necessitated refinements in surgical technique. Corrective surgery in AIS seeks to achieve spinal balance, prevent curve progression, and preserve mobility. As a result, selective fusion (SF), which shows only structural curves while sparing non-structural curves to maintain motion, has recently garnered increased interest among spine surgeons<sup>(4-10)</sup>.

King et al. (1983)<sup>(2)</sup> presented selective fusion in the context of selective thoracic fusion (STF) for King type II scoliosis. Moreover, selective fusion in adolescents with combined thoracic and thoracolumbar/lumbar (TL/L) curves is defined as performing fusion on only one curve, with the anticipation that the other curve will instinctively accurate<sup>(11-15)</sup>.

To date, the definitive advantages of this approach remain debated. Some surgeons argue that complete fusion provides greater spinal stability, reduces treatment failure, and improves surgical outcomes. In contrast, proponents of SF contend that preserving spinal mobility enhances patients' activity levels and postoperative quality of life<sup>(6-8)</sup>. Importantly, TL fusion, unlike ranging fusion from the thoracic to the lumbar spine, does not necessarily result in significant motion restriction. Therefore, choosing the TL/L fusion levels demands thorough assessment to obtain optimal radiographic and clinical results while reducing the risk of complications.

**Corresponding Author:**  
Ali Reza Shakeri Sefat, MD  
Email address:  
Alirezashakerisefat@gmail.com

- 17 Hakimi Nia MB, Navkhasi S, Zamani Mehr N, Kahrizi N, Rostami M, Aslani M. Evaluation of Diagnostic Value of Clinical Ultrasonography Compared to Radiography in the Diagnosis of Metacarpal Fractures in the Emergency. *umsha-psj*. 2019;17(4):32. doi: 10.52547/psj.17.4.32
- 18 Burnier M, Buisson G, Ricard A, Cunin V, Pracros JP, Chotel F. Diagnostic value of ultrasonography in elbow trauma in children: Prospective study of 34 cases. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2016;102(7):839-843. doi: 10.1016/j.otsr.2016.07.009
- 19 Hosseini Khameneh SM, Amani-Beni R, Ahadiat SA, Kahrizi MS, Jafari S, Seyedinnavade S, et al. Diagnostic Accuracy of Ultrasonography for Identification of Elbow Fractures in Children; a Systematic Review and Meta-analysis. *Arch Acad Emerg Med*. 2023;11(1):e62. doi: 10.22037/aaem.v11i1.2078
- 20 Chemama B, Bonnevalle N, Peter O, Mansat P, Bonnevalle P. Terrible triad injury of the elbow: how to improve outcomes? *Orthop Traumatol Surg Res*. 2010;96(2):147-154. doi: 10.1016/j.rcot.2010.02.008

performance based on the area under the ROC curve of 93%, suggesting that ultrasound is a promising imaging modality for diagnosing pediatric elbow fractures<sup>(19)</sup>.

As noted, radiography is commonly used for evaluating suspected fractures. However, WHO estimates indicate that approximately 75% of the world's population lacks access to any form of diagnostic imaging. Ultrasound can be utilized not only in standard healthcare settings but also in remote locations<sup>(15)</sup>. The reflective properties of bone also enable ultrasound to detect fractures as small as one millimeter<sup>(1)</sup>. Ultrasound offers several advantages over other imaging methods, including speed, portability, reliability, absence of radiation exposure, and cost-effectiveness. Nonetheless, limitations such as operator dependency and difficulty in precisely localizing fractures should be considered<sup>(20)</sup>.

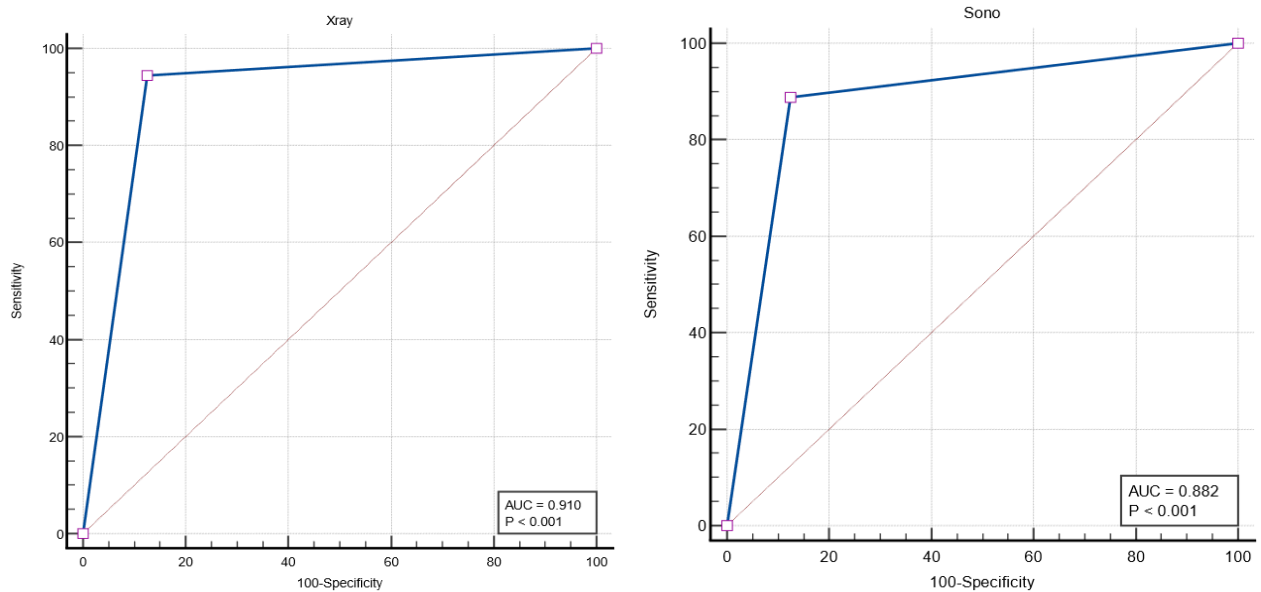
## Conclusion

Based on the results of this study, ultrasound demonstrated acceptable accuracy in diagnosing elbow fractures, comparable to radiography and CT. Therefore, ultrasound can serve as an alternative and complementary method, particularly in clinically suspected fractures. However, in ambiguous or complex cases, standard imaging modalities such as radiography and CT remain advisable.

Limitations of this study include the sequential use of ultrasound, radiography, and CT, which was time-consuming. The presence of a radiology specialist was necessary to perform accurate and precise ultrasound. Although no costs were charged to patients in this study, the issue of cost coverage and potential increases should be considered. The use of a larger sample size posed logistical challenges; thus, future studies are recommended with larger patient populations. In addition, cohort studies and follow-up using ultrasound are suggested to further evaluate diagnostic accuracy. Ultrasound could also be investigated as a low-risk diagnostic tool in pregnant women and in aquatic environments.

## References

- Harrington IJ, Tountas AA. Replacement of the radial head in the treatment of unstable elbow fractures. *Injury*. 1981;12(5):405-412. doi: 10.1016/0020-1383(81)90012-7
- Hildebrand KA, Patterson SD, King GJ. Acute elbow dislocations: simple and complex. *Orthop Clin North Am*. 1999;30(1):63-79. doi: 10.1016/s0030-5898(05)70061-4
- Lee SH, Nam DJ, Yu HK, Kim JW. The lateral ligament is injured preferentially in posterolateral dislocation of the elbow joint. *Bone Joint J*. 2020;102-b(2):227-231. doi: 10.1302/0301-620x.102b2.Bjj-2019-0966.R1
- Eckert K, Ackermann O, Schweiger B, Radeloff E, Liedgens P. Ultrasound evaluation of elbow fractures in children. *J Med Ultrason* (2001). 2013;40(4):443-451. doi: 10.1007/s10396-013-0446-3
- O'Dwyer H, O'Sullivan P, Fitzgerald D, Lee MJ, McGrath F, Logan PM. The fat pad sign following elbow trauma in adults: its usefulness and reliability in suspecting occult fracture. *J Comput Assist Tomogr*. 2004;28(4):562-565. doi: 10.1097/00004728-200407000-00021
- Alzen G, Benz-Bohm G. Radiation protection in pediatric radiology. *Dtsch Arztebl Int*. 2011;108(24):407-714. doi: 10.3238/arztebl.2011.0407
- Moritz JD, Berthold LD, Soenksen SF, Alzen GF. Ultrasound in diagnosis of fractures in children: unnecessary harassment or useful addition to X-ray? *Ultraschall Med*. 2008;29(3):267-274. doi: 10.1055/s-2008-1027329
- Moritz JD, Hoffmann B, Meuser SH, Sehr DH, Caliebe A, Heller M. [Is ultrasound equal to X-ray in pediatric fracture diagnosis?]. *Rofo*. 2010;182(8):706-714. doi: 10.1055/s-0029-1245371
- Patel DD, Blumberg SM, Crain EF. The utility of bedside ultrasonography in identifying fractures and guiding fracture reduction in children. *Pediatr Emerg Care*. 2009;25(4):221-225. doi: 10.1097/pec.0b013e31819e34f7
- De Maeseneer M, Jacobson JA, Jaovisidha S, Lenchik L, Ryu KN, Trudell DR, et al. Elbow effusions: distribution of joint fluid with flexion and extension and imaging implications. *Invest Radiol*. 1998;33(2):117-125. doi: 10.1097/00004424-199802000-00010
- Miles KA, Lamont AC. Ultrasonic demonstration of the elbow fat pads. *Clin Radiol*. 1989;40(6):602-604. doi: 10.1016/s0009-9260(89)80317-4
- Rabiner JE, Khine H, Avner JR, Friedman LM, Tsung JW. Accuracy of point-of-care ultrasonography for diagnosis of elbow fractures in children. *Ann Emerg Med*. 2013;61(1):9-17. doi: 10.1016/j.annemergmed.2012.07.112
- Ultrasound Guidelines: Emergency, Point-of-Care and Clinical Ultrasound Guidelines in Medicine. *Ann Emerg Med*. 2017;69(5):e27-e54. doi: 10.1016/j.annemergmed.2016.08.457
- Lee SH, Yun SJ. Diagnostic Performance of Ultrasonography for Detection of Pediatric Elbow Fracture: A Meta-analysis. *Ann Emerg Med*. 2019;74(4):493-502. doi: 10.1016/j.annemergmed.2019.03.009
- Weinberg ER, Tunik MG, Tsung JW. Accuracy of clinician-performed point-of-care ultrasound for the diagnosis of fractures in children and young adults. *Injury*. 2010;41(8):862-868. doi: 10.1016/j.injury.2010.04.020
- Ashoobi MA, Homaie Rad E, Rahimi R. The diagnostic value of sonographic findings in pediatric elbow fractures: A systematic review and meta-analysis. *Am J Emerg Med*. 2024;77:121-131. doi: 10.1016/j.ajem.2023.12.021



**Figure 1: ROC curve and area under the curve for X-ray and ultrasound (sono) tests in the diagnosis of elbow fractures (CT scan results considered as the gold standard).**

## Discussion

The elbow joint is one of the most commonly affected joints in trauma and is frequently imaged in emergency departments. Suspected elbow fractures are among the most common indications for imaging in emergency settings. In most cases, standard anteroposterior and lateral radiographs are used for initial evaluation. However, due to unossified epiphyses and non-standard imaging, especially in children who may have difficulty cooperating during radiography, diagnosing elbow fractures in pediatric patients can be challenging. Additionally, growing bones are more sensitive to radiation. Therefore, alternative imaging modalities such as CT, magnetic resonance imaging (MRI), and ultrasound have been investigated to improve diagnostic accuracy<sup>(12,13)</sup>.

The present study demonstrated that ultrasound provides acceptable accuracy for diagnosing elbow fractures, with results comparable to CT and radiography. Similarly, a study by Li et al. indicated that elbow ultrasound performs well in fracture detection, particularly when performed by adequately trained physicians. So, this study recommended to us ultrasound for diagnosis of elbow fracture in children as a first-line<sup>(14)</sup>. Weinberg et al. reported that ultrasound has a sensitivity of 73% and specificity of 93% in detecting long bone fractures, and it can be used as a rapid alternative

when access to radiography is limited<sup>(15)</sup>. Ashoubi et al., in a meta-analysis, reported that ultrasound has a sensitivity of 97% and specificity of 90% for detecting pediatric elbow fractures<sup>(16)</sup>. Hakimi et al. found that the sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV), and negative predictive value (NPV) of ultrasound in diagnosing metacarpal fractures compared with radiography were 84.2%, 88.5%, 83.5%, and 89.8%, respectively, with a kappa agreement of 0.78. Given its high sensitivity and specificity, ultrasound can be employed as a rapid, cost-effective, non-invasive, and repeatable tool in emergency settings<sup>(17)</sup>.

Another study showed that in patients without fractures, using ultrasound saved a cost of approximately €29 per patient compared with not using it. Ultrasound demonstrates high sensitivity in detecting occult pediatric elbow fractures, and when both ultrasound and radiography results are normal, the likelihood of fracture can be confidently excluded, reducing immobilization rate, follow-up, and additional costs<sup>(18)</sup>.

Eckert et al. reported that radiography detected fractures in 48 patients, whereas ultrasound detected fractures in 46. Compared with radiography, ultrasound had 97.9% sensitivity, 95% specificity, 95% NPV, and 97.9% PPV<sup>(4)</sup>. In a 2023 study by Hosseini Khameneh et al., the pooled 95% sensitivity and 87% specificity of ultrasound, with a diagnostic

Table 4 presents the frequency of fracture detection using ultrasound, radiography, and CT scan. Based on radiography, 77.5% of patients (31 individuals) were found to have fractures. According to CT scan, 69.2% of patients had fractures, while ultrasound reported fractures in 72.5% of patients.

In the comparison of fracture detection using radiography and CT scan, both methods could detect 17 fractures but could not detect 7 fractures (Table 5). In the comparison between CT scan and ultrasound, both methods, could detect fracture in 16 cases but could not detect in 7 cases.

Table 6 presents the sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV), and negative predictive value (NPV) of ultrasound and radiography compared to CT

scan (considered the gold standard). As shown, both methods demonstrated high sensitivity and specificity. Specifically, radiography had a sensitivity of 94.4%, specificity of 87.5%, and PPV of 94.4%. Ultrasound showed a sensitivity of 88.9%, specificity of 87.5%, and PPV of 94.1%. The kappa agreement between radiography and CT scan was 81.9%, while between ultrasound and CT scan it was 73.8%.

Figure 1 shows the ROC curve and the area under the curve (AUC) for the ultrasound and CT scan tests. As observed, both methods deviate acceptably from the diagonal line and exhibit high AUC values. Comparison of the ROC AUCs indicated no statistically significant difference between the two methods (Hanley & McNeil method, P = 0.592).

**Table 4: Frequency distribution of fracture diagnosis using ultrasound, radiography, and CT scan of patients' elbows**

Variable	No Fracture		Fracture	
	Count	Percent	Count	Percent
Radiography	9	22.5	31	77.5
CT Scan	8	30.8	18	69.2
Ultrasound	11	27.5	29	72.5

**Table 5: Comparison of fracture diagnosis in CT scan and its comparison with radiography and ultrasound of patients' elbows**

Imaging Type		Radiography		Ultrasound		Total
		With Fracture	Without Fracture	With Fracture	Without Fracture	
CT Scan	With Fracture	17	1	16	2	18
	Without Fracture	1	7	1	7	8
Total		18	8	17	9	26

**Table 6. Sensitivity, specificity, positive predictive value, and negative predictive value of ultrasound and radiography compared with CT scan results**

Variable	Radiography		Ultrasound	
	Index Value*	95% Confidence Interval	Index Value*	95% Confidence Interval
Sensitivity	94.4	72.7 – 99.9	88.9	65.3 – 98.6
Specificity	87.5	47.3 – 99.7	87.5	47.3 – 99.7
Positive Predictive Value (PPV)	94.1	73.0 – 99.1	94.1	71.7 – 99.0
Negative Predictive Value (NPV)	87.5	50.6 – 97.9	77.8	48.0 – 93.0
Area Under ROC Curve (AUC)	0.916	0.731 – 0.986	0.882	0.695 – 0.974
Agreement (%) (Kappa)	81.9	--	73.8	--

\* Values reported in percentage.

while among patients over 18 years, 76.5% were male ( $P = 0.730$ ). Soft tissue hematoma was detected in 72.5% of ultrasounds and 60.0% of radiographs ( $P < 1.000$ ). Intra-articular hematoma was observed in 77.5% of ultrasounds and 62.5% of radiographs ( $P = 0.705$ ). The fracture line was seen in 45% of ultrasounds and 35% of radiographs ( $P < 0.001$ ). Free fragments were reported in 45% of ultrasounds and 32.5% of radiographs ( $P < 0.001$ ). Discontinuity in

cortex was observed in 40% of ultrasounds and 32.5% of radiographs ( $P < 0.001$ ) (Table 2).

Supracondylar fracture was the most common type, while the least common was lateral epicondyle fracture. Among patients under 18 years of age, supracondylar fracture was the most frequent type, affecting 12 patients (52.2%), whereas in patients over 18 years, radial head fracture was the most prevalent, occurring in 4 patients (23.5%).(Table 3).

**Table 1: Gender distribution of patients by age group (<18 years and ≥18 years)**

Variable	Age <18 years		Age ≥18 years		P-value
	No.	%	No.	%	
Sex					
Male	16	69.6	13	76.5	0.730
Female	7	30.4	4	23.5	

**Table 2: Frequency distribution of signs and symptoms in elbow ultrasonography and radiography**

Variable	Ultrasonography		Radiography		P-value
	n	%	n	%	
Soft tissue hematoma					
No	11	27.5	16	40.0	>0.001**
Yes	29	72.5	24	60.0	
Intra-articular hematoma					
No	9	22.5	15	37.5	0.705**
Yes	31	77.5	25	62.5	
Fracture line (Fx line)					
No	22	55.0	26	65.0	>0.001*
Yes	18	45.0	14	35.0	
Loose fragment (Loose Frg)					
No	22	55.0	27	67.5	>0.001*
Yes	18	45.0	13	32.5	
Cortical discontinuity					
No	24	60.0	27	67.5	>0.001*
Yes	16	40.0	13	32.5	

\*Chi-Square test, significance level = 0.05, \*\*Fisher's Exact test, significance level = 0.05

**Table 3. Frequency distribution of elbow fracture types in all patients, patients under 18 years, and patients over 18 years**

Fracture Type	Supracondylar Humerus	Radial Head	Olecranon	Medial Epicondyle	Lateral Epicondyle	No Fracture	Total
Under 18 years	12	2	2	-	2	5	23
Over 18 years	2	4	3	3	1	4	17
Total	14	6	5	3	3	9	40

Given that the use of ultrasonography can reduce unnecessary CT scans and radiographs, the present study aimed to evaluate ultrasonographic findings in elbow injuries and compare them with plain radiography and CT scan results in patients presenting to the emergency department of Baqiyatallah Hospital in Tehran.

## Materials & Methods

This cross-sectional study compared ultrasonography, plain radiography, and computed tomography (CT) findings in cases with trauma to elbow injuries. This study included all individuals that show up in the emergency department of Baqiyatallah Hospital, Tehran with suspected elbow. A convenience sampling method was applied, and patients with traumatic elbow injuries and suspected fractures who presented to the emergency department were enrolled.

Based on the study by Eckert et al.<sup>(4)</sup> and considering the following parameters, the required sample size was calculated as 40 patients:

- Sensitivity of ultrasonography for the diagnosis of elbow fracture: 97.9%
- Significance level: 0.05 ( $Z = 1.96$ )
- Maximum allowable error in estimating sensitivity: 4.5%

This study was conducted in 2023 in the emergency department of Baqiyatallah Hospital, Tehran. Inclusion criteria were patients with traumatic elbow injuries and suspected fractures. Exclusion criteria included patients with elbow deformity, open injuries, or any suspicious to vascular or nerve involvement. After obtaining written informed consent, all patients underwent clinical examination. Following history taking and physical examination, ultrasonography of the elbow was performed first, followed by plain radiography, and finally CT scan at the discretion of the radiologist. Ultrasonography was carried out using a 12 MHz linear probe with a width of 6.5 cm. CT scan findings were compared with those of radiography and ultrasonography, and all images were interpreted by an independent radiologist.

A researcher-designed checklist that included demographic characteristics and imaging findings were used for collecting data. Sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV), and negative

predictive value (NPV) of ultrasonography, radiography and CT scan were calculated in, separately for children and adults. CT scan was considered as gold standard for diagnosis of fracture. Diagnostic measures such as PPV (the percentage of true positives among all positive test results) and NPV (the percentage of true negatives among all negative test results) were calculated accordingly. Clinical management decisions were made based on clinical assessment and imaging findings.

The variables studied included age, sex, fracture type, and imaging results. Ultrasonography was performed by a specialist physician, and radiological interpretations were made independently by a radiologist.

Descriptive statistics, including mean, standard deviation, frequency, and percentage, were used to describe the data. Statistical analyses were performed using SPSS version 26 and MedCalc version 22.019. The applied statistical tests included chi-square test, independent t-test, sensitivity and specificity analysis, and receiver operating characteristic (ROC) curve analysis to assess diagnostic performance. Comparison of the area under the ROC curve was performed according to the method of Hanley and McNeil. A p-value of  $<0.05$  was considered statistically significant.

This study was approved by the Ethics Committee of Baqiyatallah University of Medical Sciences (IR.BMSU.REC.1402.068). All imaging procedures were explained to the patients, and informed consent was obtained from them or their legal guardians. Participation in the study involved no cost to the patients. All patient data were coded and anonymized to ensure confidentiality. Imaging procedures were carried out by a radiology specialist, and uniform equipment and standardized protocols were used for all patients to minimize variability in measurements.

## Results

In this study, 40 patients with elbow fractures were evaluated. The mean age of the cases was  $15.2 \pm 0.12$  years (median age of 15.5 years). The age range of the patients was 4 to 49 years. Regarding sex distribution, 72.5% were male (29) and 27.5% were female (11). Table 1 presents the distribution of sex according to age groups below 18 years and above 18 years. Among patients under 18 years, 69.6% were male,

## Diagnostic Accuracy of Ultrasound in Detecting Elbow Fractures: A Comparison with Radiography and CT Scans

### Abstract

**Introduction:** Elbow fractures are common in both pediatric and adult populations, and accurate diagnosis is crucial for proper treatment. While radiography is the standard method, alternative imaging techniques such as ultrasound are increasingly explored, especially when radiographic imaging is not ideal. This study evaluated the diagnostic accuracy of ultrasound in detecting elbow fractures, comparing it with radiography and computed tomography (CT) as reference standards.

**Materials & Methods:** Forty patients with suspected elbow fractures underwent imaging using ultrasound, radiography, and CT. Results from all three methods were compared to assess sensitivity, specificity, and agreement between ultrasound and the reference standards.

**Results & Discussion:** The mean patient age was 15.5 years (range: 4–49), with 72.5% male (n=29). Supracondylar fractures were most common in patients under 18, while radial head fractures predominated in those over 18. Ultrasound showed good diagnostic performance, with 88.9% sensitivity, 87% specificity, and a kappa value of 0.73 compared to radiography. Against CT, ultrasound demonstrated 94.8% sensitivity and 89.7% specificity.

**Conclusion:** Ultrasound is an accurate, non-invasive, and cost-effective alternative to radiography and CT for diagnosing elbow fractures, especially in emergency or resource-limited settings. Its strong diagnostic performance, particularly in children, supports its use as a reliable tool. Further studies with larger samples and follow-up are recommended.

**Keywords:** Elbow fractures, Ultrasonography, Computed X ray tomography, Radiography.

**Accepted:** 42 days before printing

Fakhreddin Soltani, MD<sup>1</sup>, Mohammad Reza Ghane, MD<sup>1,2</sup>, Yousef Alimohamadi, MD<sup>3</sup>, Ramezan Jafari, MD<sup>3,4</sup>, Amir Hosein Ghazale, MD<sup>5,6</sup>, Mahdi Abbaszadeh, MD<sup>5</sup>, Mohammad Javad Behzadnia, MD<sup>1,2</sup>

1. Department of Emergency Medicine, Faculty of Medicine, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
2. Trauma Research Center, Baqiyatallah Medical Sciences University, Tehran, Iran.
3. Health Research Center, Lifestyle Institute, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
4. Department of Orthopedic Surgery, Faculty of Medicine, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
5. Student Research Committee, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

**Corresponding Author:**  
Mohammad Javad Behzadnia, MD  
Email address:  
mjbehzad1359@gmail.com

### Introduction

Elbow injuries are one of the common types of trauma in emergency departments. Elbow dislocations occur with an estimated incidence of 6 per 100,000 individuals, and radial head involvement is observed in approximately 30% of elbow injuries, underscoring the importance of timely and accurate diagnosis<sup>(1,2)</sup>. In such injuries, ligaments are frequently affected, and tendon damage, either partial or complete rupture, may also occur<sup>(3)</sup>.

Conventional imaging modalities, such as plain radiography, have limitations—particularly in pediatric patients due to incomplete ossification of the epiphysis—which may result in missed occult fractures. In these cases, the presence of the fat pad sign can indicate joint effusion and raise suspicion of an underlying occult fracture<sup>(4,5)</sup>. However, repeated exposure to X-rays, especially in children, raises concerns regarding radiation safety<sup>(6)</sup>.

In recent years, musculoskeletal ultrasonography has gained attention as an accessible, rapid, non-invasive, and cost-effective modality for fracture diagnosis. Several studies have demonstrated that the sensitivity and specificity of ultrasonography in fracture assessment are comparable to radiography, and in certain cases, it may even outperform radiography in detecting effusion and displacement<sup>(7–10)</sup>. The first sonographic description of the fat pad sign was reported by Miles and Lamont, after which numerous studies further explored the diagnostic applications of ultrasonography in elbow trauma<sup>(11)</sup>.

continue to use closed suction drains, clamping may represent an effective means of reducing blood loss after surgery and any need for transfusion<sup>(16,17)</sup>.

Other adjunctive approaches have also been investigated. For example, some studies have demonstrated that clamping the drain along with using tranexamic acid can significantly reduce blood loss post operation and needs transfusion after TKA compared with tranexamic acid or drain clamping alone<sup>(18)</sup>.

Based on current evidence, the use of drains in TKA remains controversial. The available data suggest that drains are not effective in reducing blood loss or transfusion rates in TKA. However, drain clamping may improve outcomes when drains are utilized. More studies with larger size sample and varying clamping intervals are required to better clarify the effects and potential benefits of drain use in TKA.

## Conclusion

In this study, we concluded that, overall, prolonged use of drains may be associated with a smaller reduction in hemoglobin levels in patients around 70 years of age. Additionally, with appropriate management of postoperative bleeding, drain use may contribute to a slight increase in TIBC within this timeframe. Nevertheless, further studies are recommended to better clarify the effects and potential benefits of drains in this context.

## References

- Sloan M, Premkumar A, Sheth NP. Projected volume of primary total joint arthroplasty in the US, 2014 to 2030. *JBJS*. 2018;100(17):1455-1460. DOI: 10.2106
- Gandhi N, Qadeer AS, Meher A, Rachel J, Patra A, John J, et al. Costs and models used in the economic analysis of Total Knee Replacement (TKR): A systematic review. *Plos one*. 2023;18(7):e0280371. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0280371>
- Tsai AJ. Occurrence of never events after total joint arthroplasty in the United States. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*. 2019;139:1193-1201. <https://doi.org/10.1007/s00402-019-03156-0>
- Cram P, Landon BE, Matelski J, Ling V, Stukel TA, Paterson JM, et al. Utilization and short-term outcomes of primary total hip and knee arthroplasty in the United States and Canada: an analysis of New York and Ontario administrative data. *Arthritis & Rheumatology*. 2018;70(4):547-554. <https://doi.org/10.1002/art.40407>
- Singh JA, Yu S, Chen L, Cleveland JD. Rates of total joint replacement in the United States: future projections to 2020–2040 using the national inpatient sample. *The Journal of rheumatology*. 2019;46(9):1134-1140. DOI: <https://doi.org/10.3899/jrheum.170990>
- Chu CR, Rodeo S, Bhutani N, Goodrich LR, Huard J, Irrgang J, et al. Optimizing clinical use of biologics in orthopaedic surgery: consensus recommendations from the 2018 AAOS/NIH U-13 conference. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2019;27(2):e50-e63. DOI: 10.5435/JAAOS-D-18-00305
- Ems T, St Lucia K, Huecker MR. Biochemistry, Iron Absorption. [Updated 2023 Apr 17]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448204/>.
- Mujagic E, Zeindler J, Coslovsky M, Hoffmann H, Soysal SD, Mechera R, et al. The association of surgical drains with surgical site infections—A prospective observational study. *The American Journal of Surgery*. 2019;217(1):17-23. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2018.06.015>
- Kennedy JW, Johnston L, Cochran L, Boscainos PJ. Total knee arthroplasty in the elderly: does age affect pain, function or complications? *Clin Orthop Relat Res*. 2013;471(6):1964-1969. <https://doi.org/10.1007/s11999-013-2803-3>
- Tai TW, Yang CY, Jou IM, Lai KA, Chen CH. Temporary drainage clamping after total knee arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Arthroplasty*. 2010;25(8):1240-1245. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2009.08.013>
- Tai TW, Jou IM, Chang CW, Lai KA, Lin CJ, Yang CY. Non-drainage is better than 4-hour clamping drainage in total knee arthroplasty. *Orthopedics*. 2010;33(3). <https://doi.org/10.3928/01477447-20100129-11>
- Zhang XN, Wu G, Xu RZ, Bai XZ. [Closed suction drainage or non-drainage for total knee arthroplasty: a meta-analysis]. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*. 2012;50(12):1119-1125. PMID: 23336492
- Manta N, Mangiavini L, Balbino C, Colombo A, Pandini EG, Pironti P, et al. The role of suction drainage in the management of peri-operative bleeding in Total and Unicompartmental knee arthroplasty: a retrospective comparative study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2021;22(1):1031. <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04868-4>
- Li N, Liu M, Wang D, He M, Xia L. Comparison of complications in one-stage bilateral total knee arthroplasty with and without drainage. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 2015;10(1):3. <https://doi.org/10.1186/s13018-014-0140-1>
- Pornrattanamaneewong C, Narkbunnam R, Siriwanthanasakul P, Chareancholvanich K. Three-hour interval drain clamping reduces postoperative bleeding in total knee arthroplasty: a prospective randomized controlled trial. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2012;132(7):1059-1063. <https://doi.org/10.1007/s00402-012-1501-z>
- Agarwala S, Jhaveri M, Menon A. Advantages of clamping and drainage over continuous drainage in a total knee arthroplasty. *J Clin Orthop Trauma*. 2020;11(1):133-135. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2019.03.013>
- Huang Z, Ma J, Pei F, Yang J, Zhou Z, Kang P, et al. Meta-analysis of temporary versus no clamping in TKA. *Orthopedics*. 2013;36(7):543-550. <https://doi.org/10.3928/01477447-20130624-11>
- Chareancholvanich K, Siriwanthanasakul P, Narkbunnam R, Pornrattanamaneewong C. Temporary clamping of drain combined with tranexamic acid reduce blood loss after total knee arthroplasty: a prospective randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord*. 2012;13:124. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-13-124>

Considering a significance level of 0.05, hematological indices were analyzed using the independent parametric t-test. Normality analyses were initially performed based on the Kolmogorov–Smirnov test, which confirmed that all quantitative data followed a normal distribution ( $P$ -value  $> 0.05$ ). Furthermore, the confounding variables considered in this study, including age, sex, and underlying comorbidities (hypertension, diabetes mellitus, and hypothyroidism), were assessed in both groups using Fisher's exact test and the independent t-test. None of the aforementioned confounding variables showed significant differences between the drain and non-drain groups. Therefore, it can be inferred that the groups were relatively homogeneous, and the observed differences in values could not be attributed to confounding factors. In the preliminary analysis using the independent t-test, among the hematological indices under investigation, only ferritin levels showed a significant difference between the two groups. This finding indicated marked heterogeneity in ferritin values within the study population, making direct conclusions in case of observed differences unreliable ( $P$ -value  $< 0.001$ ). To ensure accuracy, a non-parametric test (Mann–Whitney U) was subsequently applied, which revealed no significant differences in any of the variables.

For analytical clarity, a new variable was defined to represent the difference in each index before and after surgery. The mean differences in hemoglobin ( $P < 0.001$ ) and total iron-binding capacity ( $P = 0.025$ ) were statistically significant, whereas the difference in ferritin was not.

Further analyses stratified by sex and underlying comorbidities also demonstrated no significant differences. In the complementary analyses, logistic regression was employed to model the simultaneous relationship between independent quantitative variables and dependent categorical outcomes. Accordingly, age and the main independent variables identified as significant in preliminary analyses (WBC, Hct, and Plt) were entered into the regression model. The results showed that the two groups were comparable regarding background and confounding variables.

In the regression model, changes in hemoglobin levels between the two groups remained statistically significant ( $P = 0.004$ , OR = 1.88, 95% CI: 1.22–2.89). No other variables produced significant results in the regression analyses.

## Discussion

The findings of this study demonstrated that changes in hemoglobin and TIBC levels before and after surgery were statistically significant, with the use of drains associated with less reduction in hemoglobin and a slight increase in TIBC.

Total knee arthroplasty (TKA) is one of the most important surgical procedures in orthopedics, primarily performed in elderly patients due to osteoarthritis. With the expected growth of the elderly population, understanding the surgical response in this group is of increasing importance<sup>(9)</sup>. Blood loss during TKA remains a major concern, as 18–67% of patients need postoperative transfusion. Allogeneic transfusion is associated with risks such as allergic and hemolytic reactions, 30-day mortality, infection in surgical site, transmission of disease, periprosthetic joint infection, and venous thromboembolism. Due to all risks, many strategies have been suggested to minimize perioperative and postoperative blood loss such as: tourniquets, autologous transfusion, clamping drain, and reinfusion systems. Among these, drain clamping has been considered an important technique.

Similar to findings from certain studies, our results showed that the use of drains did not lead to postoperative transfusion in any patient, indicating no clear advantage of drain clamping in this regard. However, drain clamping reduced drain output, helped preserve patients' blood, and minimized excessive bleeding. Nevertheless, given the absence of critical clinical conditions or severe reductions in hematologic indices, routine drain clamping may not be strictly necessary<sup>(10,11)</sup>. Some studies, however, have reported potential benefits, including reduced hematoma formation and decreased blood loss.

Other investigations have suggested that the using drains in TKA is not essential. In contrast to the present study, several reports have indicated that drain clamping does not confer any clear benefits, as drainage systems fail to alter hematologic outcomes in patients<sup>(12–14)</sup>. Still, certain studies support our findings. For instance, one study proposed a protocol of 3-hour drain clamping as a novel strategy to decrease blood loss after TKA. This protocol effectively minimized postoperative hemoglobin decline without changing clinical thromboembolic events or wound complications<sup>(15)</sup>. Similarly, a 4-hour clamping method was shown to significantly reduce drain output and hemoglobin drop. For surgeons who

This consideration is particularly important in elderly patients, women, individuals with suboptimal nutrition or inadequate iron intake (e.g., vegetarians and raw food consumers), and those with chronic disease, iron deficiency, or thalassemia. In these populations, baseline iron levels are often reduced, and the physiologic stress of major surgery may precipitate a more profound decline in hematologic indices, increasing the need for additional therapeutic measures such as blood transfusion, intravenous iron, or iron and folic acid supplementation, which also impose greater healthcare costs. Conversely, some surgeons prefer to place drains to evacuate accumulated blood and secretions from the joint cavity<sup>(8)</sup>. However, this approach has been associated with further declines in hemoglobin, ferritin, and TIBC levels. Currently, no standardized guidelines exist regarding the routine use or avoidance of drains in TKA, and decisions are largely based on surgeon experience and preference. The present study was designed to evaluate the effect of drain placement on changes in serum iron, TIBC, and hemoglobin levels in patients undergoing TKA at Baqiyatallah Hospital during 2022–2023 (corresponding to 1401–1402 in the Iranian calendar).

### Materials & Methods

This study was applied in purpose and observational–analytical in design, employing a prospective cohort methodology.

The main outcome variable was the presence or absence of a drain, and the primary study variables included hemoglobin, serum iron, and ferritin levels. Ninety patients scheduled for TKA were enrolled and randomly assigned into two groups of 45 each: one with drain placement and one without. Preoperatively, all patients underwent routine laboratory testing, including complete blood count (CBC), serum iron (Fe), and TIBC. To assess the impact of drain placement, the same hematologic indices were re-evaluated three months postoperatively. Collected data were entered into SPSS software for statistical analysis. Data collection was performed using a structured checklist, and analyses were conducted in both descriptive and inferential domains. Descriptive statistics included frequency and percentage for qualitative variables, and mean ± standard deviation for quantitative variables. Inferential analysis was performed using chi-square and independent t-tests. All statistical tests were conducted using SPSS version 26, with a significance level of  $p = 0.05$ .

### Results

This study included 45 patients with drains and 45 patients without drains. Of these, 21 were male and 69 were female. The mean age in the drain group was 67.67 years and in the no-drain group 68.96 years. (Table 1). The mean values of hemoglobin, ferritin, and TIBC before and after surgery are presented in Table 2.

**Table 1: Descriptive report of demographic characteristics**

Variables		Drain group: 45 patients	Non-drain group: 45 patients	P-Value
(Mean ± SD) Age		67.67 ± 6.76	68.96 ± 6.31	0.46
Sex	Male	8	13	0.32
	Female	37	32	
Comorbidity	Diabetes	17	18	1.00
	Hypertension	23	29	0.29
	Hypothyroidism	12	6	0.19

**Table 2: Hematological parameters in patients**

	Hb (gr/dL)		Ferritin (ng/dL)		TIBC (µg/dL)	
	Preoperative	Postoperative	Preoperative	Postoperative	Preoperative	Postoperative
Non-drain group: 45 patients	14.8±1.88	12.48±1.57	70.03±20.89	60.32±15.62	323.69±56.51	304.13±51.48
Drain group: 45 patients	13.16±1.61	12.65±1.80	95.94±65.98	79.00±54.67	203.88±50.59	312.51±50.24

## Investigating the Effect of Using a Drain on Changes in Fe, TIBC and Hb Levels in Knee Joint Replacement Surgery

### Abstract

**Introduction:** Knee osteoarthritis is one of the most common causes of joint pain and destruction in people over forty years old. This research has investigated the effect of using a drain on Fe, TIBC, and Hb levels in knee joint replacement surgery in a 6-months period, as a prospective cohort study.

**Materials & Methods:** All patients who were candidates for knee joint replacement in one hospital, were included in a prospective study. The grouping of patients included those who had post-operative drain (45 patients) and the ones with no drain (45 cases). and the control group were those who did not undergo drainage after the intervention. Fe, TIBC, and Hb levels were compared 3 months post-surgery.

**Results & Discussion:** A total of 21 men and 69 women were in the case and control groups. The average age in the case group was 67.67 years and in the control group was 68.96. The confounding variables considered in this study, including age, gender, and underlying diseases (including hypertension, diabetes, and hypothyroidism) were examined in both groups, and there was no significant difference between the group with and without a drain; Therefore, the difference between the two groups in this study was caused by the blood indices. However, the ferritin level of preoperative patients was different in the two groups. The most important blood index that was significant in all analyzes was hemoglobin changes before and after the operation. Also, significant changes in TIBC were present.

**Conclusion:** Drain use in knee replacement surgery results in less HB drop. Good blood loss strajedy can lower the drop in TIBC in 3 months follow-up.

**Keywords:** Hemoglobins, Total knee replacement, Drainage.

**Accepted:** 40 days before printing

Mohammad Mohammadi, MD<sup>1</sup>, Hosein Pirmohammadi, MD<sup>2</sup>, Mahdi Raei, MD<sup>3</sup>, Kavoos Vaziri, MD<sup>2</sup>,  
Sadra Haji, MD<sup>2</sup>, Mohsen Rahimi, MD<sup>4</sup>, Amir Hosein Ghazale, MD<sup>1,2</sup>

1. Student Research Committee, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
2. Department of Orthopedics, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
3. Health Research Center, Life Style Institute, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
4. Department of Parasitology and Mycology, School of Medicine, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

**Corresponding Author:**  
Hosein Pirmohammadi, MD  
Email address:  
Hoseinpm@gmail.com

### Introduction

Knee osteoarthritis is among the most common causes of pain and joint degeneration in individuals over 40 years of age, and it represents the most prevalent degenerative joint disease<sup>(1,2)</sup>. One of the principal treatment strategies for advanced disease is total knee arthroplasty (TKA), which is now one of the most common orthopedic surgeries. In 2010, over 600,000 TKAs were carried out annually in the United States, with an upward trend continuing<sup>(3,4)</sup>. Projections suggest that by 2050, the annual number of TKAs performed in the United States will have increased by 143% compared to 2012<sup>(5)</sup>. In appropriately selected candidates, TKA results in substantial relieving pain and marked improvements in physical function and quality of life. However, as a major surgical intervention, it is associated with a range of perioperative and postoperative complications. Among these, hematologic complications—particularly postoperative hemoglobin reduction and anemia—are of significant clinical concern<sup>(6)</sup>.

The human body contains 3–5 grams of iron: 65% bound to hemoglobin, 4% to myoglobin, and roughly 30% stored in ferritin and hemosiderin. Approximately 0.25% functions as an enzymatic cofactor, while around 0.1% is bound to transferrin. Measurement of serum ferritin and transferrin provides a reliable estimate of total body iron stores<sup>(7)</sup>. It has been hypothesized that in the absence of a drain, residual intra-articular blood may be reabsorbed, thereby attenuating excessive hematologic loss.

## Conclusion

Total hip replacement reduces back pain, improves function, and increases hip flexion range of motion, but these changes are not associated with sagittal radiological measures.

## References

- 1 Ishimoto Y, Yoshimura N, Muraki S, Yamada H, Nagata K, Hashizume H, et al. Prevalence of symptomatic lumbar spinal stenosis and its association with physical performance in a population-based cohort in Japan: the Wakayama Spine Study. *Osteoarthritis Cartilage*. 2012;20(10):1103-1108. doi: 10.1016/j.joca.2012.06.018
- 2 Prather H, van Dillen L. Links between the Hip and the Lumbar Spine (Hip Spine Syndrome) as they Relate to Clinical Decision Making for Patients with Lumbopelvic Pain. *Pm r*. 2019;11 Suppl 1:S64-S72. doi: 10.1002/pmrj.12187
- 3 Ewen AM, Stewart S, St Clair Gibson A, Kashyap SN, Caplan N. Post-operative gait analysis in total hip replacement patients-a review of current literature and meta-analysis. *Gait Posture*. 2012;36(1):1-6. doi: 10.1016/j.gaitpost.2011.12.024
- 4 Weng W, Wu H, Wu M, Zhu Y, Qiu Y, Wang W. The effect of total hip arthroplasty on sagittal spinal–pelvic–leg alignment and low back pain in patients with severe hip osteoarthritis. *European Spine Journal*. 2016;25(11):3608-3614. doi: 10.1007/s00586-016-4444-1
- 5 Ben-Galim P, Ben-Galim T, Rand N, Haim A, Hipp J, Dekel S, et al. Hip-spine syndrome: the effect of total hip replacement surgery on low back pain in severe osteoarthritis of the hip. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32(19):2099-2102. doi: 10.1097/BRS.0b013e318145a3c5
- 6 Rajnish RK, Kumar P, Aggarwal S. Letter to the Editor concerning “The effect of total hip arthroplasty on sagittal spinal–pelvic–leg alignment and low back pain in patients with severe hip osteoarthritis” by W. Weng et al. *Eur Spine J* (2016);25(11):3608–3614. *European Spine Journal*. 2017;26(8):2211. doi: 10.1007/s00586-017-5137-0
- 7 Liow MHL, Goh GS-H, Chua JL, Ling ZM, Soh RCC, Guo C-M, et al. Sagittally Balanced Degenerative Spondylolisthesis Patients With Increased Sacral Slope and Greater Lumbar Lordosis Experience Less Back Pain After Short-Segment Lumbar Fusion Surgery. *Clinical Spine Surgery*. 2020;33(5):E231-E235. doi: 10.1097/bsd.0000000000000923
- 8 Kim DY, Moon ES, Park JO, Chong HS, Lee HM, Moon SH, et al. The Thoracic Lordosis Correction Improves Sacral Slope and Walking Ability in Neuromuscular Scoliosis. *Clinical Spine Surgery*. 2016;29(8):E413-E420. doi: 10.1097/BSD.0b013e318294368e
- 9 Radcliff KE, Orozco F, Molby N, Delasotta L, Chen E, Post Z, et al. Change in spinal alignment after total hip arthroplasty. *Orthop Surg*. 2013;5(4):261-265. doi: 10.1111/os.12076
- 10 Eyvazov K, Eyvazov B, Basar S, Nasto LA, Kanatli U. Effects of total hip arthroplasty on spinal sagittal alignment and static balance: a prospective study on 28 patients. *Eur Spine J*. 2016;25(11):3615-3621. doi: 10.1007/s00586-016-4696-9
- 11 Bennett D, Humphreys L, O'Brien S, Kelly C, Orr JF, Beverland DE. Gait kinematics of age-stratified hip replacement patients-a large scale, long-term follow-up study. *Gait Posture*. 2008;28(2):194-200. doi: 10.1016/j.gaitpost.2007.11.010
- 12 Bahl JS, Nelson MJ, Taylor M, Solomon LB, Arnold JB, Thewlis D. Biomechanical changes and recovery of gait function after total hip arthroplasty for osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2018;26(7):847-863. doi: 10.1016/j.joca.2018.02.897
- 13 Hofstede SN, Gademan MGJ, Stijnen T, Nelissen R, Marangvan de Mheen PJ. The influence of preoperative determinants on quality of life, functioning and pain after total knee and hip replacement: a pooled analysis of Dutch cohorts. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018;19(1):68. doi: 10.1186/s12891-018-1991-0

## Discussion

This study was conducted to evaluate changes in clinical and radiological parameters of sagittal spinal alignment following total hip arthroplasty (THA) at Baqiyatallah Hospital in 2018. The results showed that mean changes in sacral slope ( $9.08 \pm 1.89^\circ$ ), lumbar lordosis ( $1.95 \pm 1.98^\circ$ ), and S1–L1 sagittal vertical axis ( $-12.61 \pm 1.66$  mm) were not statistically significant. These findings are consistent with those of Radcliff and Ayazov, who also reported no significant changes in sagittal alignment after THA<sup>(9,10)</sup>.

Low back pain was evaluated using the PSFS questionnaire. The mean change was  $-5.01 \pm 1.1$  out of 10 points, which was statistically significant ( $P < 0.001$ ) and reflected a reduction in patient pain scores from 7.47 to 2.4. Similar findings were reported by Ben-Galim (reduction from 5.40 to 3.68) and Ayazov (reduction from 6 to 3)<sup>(5,10)</sup>. Differences in the magnitude of pain reduction among studies may be attributed to the subjective nature of pain measurement as well as cultural and ethnic variations.

Improvement in patient function after surgery was assessed using the PSEQ. The mean change was  $23.47 \pm 7.1$  out of 60 points, which was statistically significant ( $P < 0.001$ ), showing an improvement from 23.13 to 46.6. In the study by Ayazov, the mean SF-36 score increased from 34 to 47 ( $P < 0.001$ ). That study also found that improvements in low back pain were not significantly associated with changes in sagittal alignment<sup>(10)</sup>. Similarly, Ben-Galim reported increased functional capacity following THA, consistent with our findings<sup>(5)</sup>.

Assessment of hip flexion ROM demonstrated an increase from  $67.56^\circ$  to  $67.94^\circ$ , with a mean change of  $38.66 \pm 19.62^\circ$ , which was statistically significant ( $P < 0.001$ ). Prior studies have reported mixed results in this regard; some described reductions in hip ROM, whereas others observed improvements<sup>(11,12)</sup>. However, the meta-analysis by Awan confirmed increased hip flexion ROM following THA<sup>(3)</sup>, which aligns with our results. Variations in findings across studies may be related to differences in surgical technique, surgical approach, and the extent of periarticular contracture release.

A significant negative correlation was found between BMI and PSEQ changes (Pearson's  $r = -0.52$ ,  $p =$

$0.047$ ), indicating that higher BMI was associated with reduced functional improvement after surgery. These findings were compatible with Dutch cohort study involving 2,400 THA cases<sup>(13)</sup>.

Overall, this study demonstrated that despite the lack of significant radiological changes in sagittal spinal and pelvic alignment, patients experienced substantial improvements in low back pain and function following THA, along with a marked increase in hip flexion ROM. Furthermore, functional improvement was inversely related to BMI, suggesting that preoperative weight reduction could contribute to improved postoperative outcomes.

These findings reinforce a well-recognized principle in orthopedics—that corrective spinal surgery should precede hip arthroplasty in cases requiring both interventions. Given the inclusion and exclusion criteria applied in this study, our patients had relatively preserved sagittal alignment preoperatively due to screening for severe spinal disorders, and their predominant symptom was low back pain. After THA, significant pain relief was achieved, suggesting that the source of pain was the effect of hip osteoarthritis on the spine rather than primary spinal pathology. Conversely, advanced hip osteoarthritis appeared to exert only a minor influence on sagittal alignment, which may explain the absence of significant radiological changes.

This study addresses a novel area by simultaneously investigating clinical and radiological changes, despite the heterogeneous results of previous research.

The present findings may guide future studies and assist in the clinical evaluation of patients after THA, contributing to the development of more effective therapeutic strategies. Meanwhile, limitations in our study were: relatively small sample size, increasing the number of participants could yield more robust results. In addition, although a three-month follow-up period is reasonable for evaluating sagittal alignment changes, such changes may also occur over longer intervals, necessitating extended follow-up. Accordingly, future studies should focus on patients with more severe hip deformities (such as developmental dysplasia of the hip), bilateral osteoarthritis, and those undergoing bilateral THA. Moreover, the use of advanced imaging modalities such as EOS, combined with longer-term follow-up, could provide deeper insights into structural and functional changes in these patients.

of motion, both preoperatively and three months postoperatively.

## Results

In this study, the mean age was  $63.27 \pm 7.41$  years (45-76 years), 8 patients (53.3%) were female and 7 (46.7%) were male and the mean body mass index (BMI) was  $24.15 \pm 2.28$  (20.86 - 29.48).

The radiological parameters of sagittal spinal alignment were assessed preoperative and postoperative. Using the Paired Samples Test, pre- and postoperative values of sagittal alignment parameters were compared (Table 1). As presented in Table 1, the mean values of sacral slope and lumbar lordosis increased following surgery, whereas the S1–L1 sagittal vertical axis decreased. However, none of these changes reached statistical significance.

The scores of the Patient-Specific Functional Scale (PSFS), the Pain Self-Efficacy Questionnaire (PSEQ), and hip flexion range of motion (Hip ROM) were also assessed before and after surgery. Using the Paired Samples Test, pre- and postoperative values were compared (Table 2). As presented in Table 2, the mean PSEQ score increased after surgery, while the mean PSFS score decreased. In addition, hip flexion

ROM increased by a mean of 38.66 degrees postoperatively. All three of these changes were statistically significant ( $P < 0.001$ ).

Correlation analyses were then performed between quantitative independent variables (BMI and age) and the changes in radiological and clinical parameters. The following statistically significant associations were identified, while no other correlations reached statistical significance:

- Age and changes in lumbar lordosis demonstrated a significant positive correlation (Pearson's  $r = 0.58$ ,  $p = 0.024$ ).
- BMI and changes in PSEQ showed a significant negative correlation (Pearson's  $r = -0.52$ ,  $p = 0.047$ ).
- Changes in sacral slope and lumbar lordosis were significantly positively correlated (Pearson's  $r = 0.60$ ,  $p = 0.019$ ).

The mean and standard deviation of changes in sacral slope, lumbar lordosis, S1–L1 sagittal vertical axis, PSEQ scores, PSFS scores, and hip flexion ROM in male and female subgroups are presented in Table 3. In the comparison between male and female groups using the Bootstrap Independent Samples t-test, the only statistically significant difference was in changes in sacral slope (Mean Difference = 12.14,  $p = 0.008$ ).

**Table 1: Mean and standard deviation of sacral slope, lumbar lordosis, and S1–L1 sagittal vertical axis before and after surgery.**

Variable	Pre-operative (Mean ± SD)	Post-operative (Mean ± SD)	P value	t SD
Sacral slope (°)	$42.36 \pm 3.68$	$44.19 \pm 7.19$	0.435	0.804
Lumbar lordosis (°)	$40.76 \pm 4.65$	$42.74 \pm 11.29$	0.531	0.642
S1–L1 sagittal vertical axis (mm)	$27.81 \pm 13.95$	$26.15 \pm 12.06$	0.618	0.510

**Table 2: The scores of Patient-Specific Functional Scale (PSFS), Pain Self-Efficacy Questionnaire (PSEQ), and hip flexion range of motion (Hip ROM) before and after surgery.**

Variable	Preoperative (Mean ± SD)	Postoperative (Mean ± SD)	P value	Mean Difference ± SD
PSEQ	$23.13 \pm 4.97$	$46.60 \pm 6.10$	<0.001	12.81
PSFS	$7.47 \pm 1.06$	$2.40 \pm 1.12$	<0.001	-17.84
Hip ROM	$67.56 \pm 20.67$	$94.67 \pm 11.25$	<0.001	7.50

**Table 3: Mean and standard deviation of sacral slope changes, lumbar lordosis, S1–L1 axis distance, mean PSEQ changes, mean PSFS changes, and mean Hip ROM changes in the two groups of men and women.**

Variable	Female (Mean ± SD)	Male (Mean ± SD)
Sacral slope change (°)	$-7.55 \pm 7.29$	$4.59 \pm 6.23$
Lumbar lordosis change (°)	$-4.52 \pm 15.34$	$9.29 \pm 6.34$
S1–L1 sagittal vertical axis change (mm)	$-11.1 \pm 16.12$	$4.81 \pm 6.80$
PSEQ score change	$25.37 \pm 8.84$	$21.29 \pm 3.99$
PSFS score change	$-4.87 \pm 1.25$	$-5.29 \pm 0.95$
Hip ROM change (°)	$31.87 \pm 19.44$	$45.0 \pm 18.7$

Nevertheless, other investigations have reported contradictory findings regarding postoperative changes in spinal alignment following THA<sup>(6)</sup>.

Furthermore, the relationship between radiographic changes in sagittal spinal alignment and low back pain after THA has not been thoroughly investigated. Certain studies have indicated that alterations in sacral slope and lumbar lordosis may influence patient outcomes. Evidence suggests that improvements in sagittal alignment could be associated with reduced low back pain and enhanced function<sup>(7,8)</sup>. Despite recent advances in THA techniques, considerable gaps persist in understanding the comprehensive effects of this surgery on pain and functional outcomes. Specifically, few studies have simultaneously assessed both clinical parameters (e.g., pain and function) and radiological parameters (e.g., sagittal spinal alignment) following THA. This issue is of particular importance, as a deeper understanding of these associations could optimize therapeutic strategies and improve patients' quality of life.

The primary objective of this study was to evaluate changes in clinical measures of low back pain and radiological sagittal spinal alignment following THA in patients with hip osteoarthritis. Specific objectives included assessing changes in sacral slope, lumbar lordosis, S1–L1 sagittal vertical axis, as well as clinical indices of pain and functional performance after surgery. By simultaneously investigating clinical and radiological changes, this study seeks to provide greater insight into the impact of THA on pain and patient function, ultimately offering more effective therapeutic approaches to enhance quality of life.

## Materials & Methods

This descriptive retrospective study was conducted on 15 cases who were candidates for elective unilateral total hip arthroplasty (THA) at Baqiyatallah Hospital (Tehran, Iran) in 2018. The patients were recruited from the outpatient orthopedic clinic of the hospital. The sample size was determined based on similar studies; in cases where the desired sample size could not be achieved, the bootstrap method was applied, with a minimum sample size of 10 patients per group used for data analysis.

Patients were randomly selected using a random number table. The inclusion criteria consisted of standard indications for THA, as defined in Campbell's Operative Orthopaedics. The exclusion

criteria included prior history of surgery on the hip joint or spine, neuromuscular disorders, history of fracture involving the hip or spine, active infection of the hip joint or elsewhere in the body, morbid obesity (BMI  $\geq$  40), and unwillingness to participate in the study. Patients who developed severe postoperative complications or required spinal interventions were also excluded.

Preoperative evaluations included laboratory tests—blood chemistry (electrolytes, CBC, renal function tests, fasting blood glucose, and HbA1C in diabetic patients) and urinalysis (analysis and culture)—performed according to standard protocols. Necessary consultations (cardiology, anesthesiology, and others as indicated) were obtained for all patients. Preoperative radiographic assessments included standing anteroposterior and lateral views of the pelvis and lumbosacral spine with bowel preparation. All THA procedures were performed by experienced hip surgeons at Baqiyatallah Hospital using either a lateral or anterolateral surgical approach. Postoperative care, including administration of antibiotics, anticoagulants, analgesics, physiotherapy, and patient education, was standardized across all patients. Follow-up assessments were scheduled for two weeks and then three months after surgery. At each visit, the Patient-Specific Functional Scale (PSFS) and Pain Self-Efficacy Questionnaire (PSEQ) were completed, and hip flexion range of motion was measured. Radiographs of the pelvis and spine were also obtained at these time points. Data analysis was conducted using SPSS software (version 19; IBM Corp., Armonk, NY, USA). Descriptive statistics were used for radiological, pain, and functional measures. Paired t-tests were applied to compare preoperative and postoperative mean values. Correlation and regression analyses were performed to examine associations between demographic variables (age, BMI, and sex) and radiological or functional parameters.

This study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki and approved by the Research Ethics Committee of Baqiyatallah University of Medical Sciences (ethics code: IR.BMSU.REC.1397.012). Informed consent was obtained from all participants, and their personal information was kept confidential. In total, 15 patients undergoing THA at Baqiyatallah Hospital were evaluated with respect to radiological parameters of sagittal spinal alignment, clinical indices of pain and daily activity, and hip flexion range

## The Effect of Total Hip Arthroplasty on Clinical and Radiological Changes in the Sagittal Alignment of the Spine (A Retrospective Study)

### Abstract

**Introduction:** Hip osteoarthritis is a common condition affecting 10–15% of individuals over 60 years old, leading to significant pain and discomfort. Low back pain is also highly prevalent among the elderly. The hip-spine syndrome describes the relationship between spinal pain, hip disorders, and symptomatic changes following hip reconstruction surgeries, particularly total hip arthroplasty (THA). The impact of THA on the biomechanical structure of the spine and pelvis remains unclear. This study investigates changes in clinical and radiological sagittal spinal alignment parameters following THA.

**Materials & Methods:** This study included 15 patients who underwent THA at one hospital. Radiographic parameters (Sacral Slope, lumbar lordosis, and S1-L1 distance) and clinical parameters, including low back pain (PSFS questionnaire), daily activity level (PSEQ questionnaire), and hip flexion range of motion, were assessed before and three months after surgery.

**Results & Discussion:** Radiological changes after THA were not statistically significant. However, there was a significant reduction in low back pain ( $5.01 \pm 1.1$ ,  $P < 0.001$ ). An improvement in activity level ( $23.47 \pm 7.1$ ,  $P < 0.001$ ), and an increase in hip flexion range of motion ( $38.66 \pm 19.62$ ,  $P < 0.001$ ). Additionally, higher BMI was associated with a lower improvement in activity level ( $P = 0.047$ ).

**Conclusion:** THA leads to reduced low back pain, improved activity level, and increased hip flexion range of motion. However, these changes are not correlated with radiological sagittal alignment parameters.

**Keywords:** Total hip arthroplasty, Low back pain, Spine.

Accepted: 40 days before printing

Hamid Hesarikia, MD<sup>1</sup>, Abas Hossein Por Azari, MD<sup>1</sup>, Seyed Mahdi Hosseini Amir Abadi, MD<sup>1</sup>,  
Mahdi Abbaszadeh, MD<sup>1</sup>, Mohsen Motalebi, MD<sup>1</sup>, Amir Hosein Ghazale, MD<sup>1,2</sup>, Mohammad Ghalamfarsa, MD<sup>2</sup>,  
Ali Reza Shakeri Sefat, MD<sup>1</sup>, Mohammad Kazem Emami Meybodi, MD<sup>1</sup>

1. Trauma Research Center, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
2. Student Research Committee, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

### Introduction

Hip osteoarthritis is one of the most common joint disorders in the elderly people, affecting approximately 10–15% of individuals over the age of 60 worldwide<sup>(1)</sup>. This condition not only causes severe pain and functional disability in the hip region, but is also frequently associated with lumbar spine pain. Low back pain is common in older adults and usually overlaps with hip joint disorders. The concurrent presentation of hip and spinal problems is referred to as the hip–spine syndrome, which is commonly observed following total hip arthroplasty (THA)<sup>(2)</sup>.

THA is very effective treatment modalities for alleviating pain and improving function in patients with advanced degenerative hip disease. However, its impacts on the biomechanical structure of the hip and spine, and their association with pain and functional outcomes, remain incompletely understood. Previous studies have shown that postoperative changes, such as correction of deformities and release of adhesions, may influence sagittal spinal alignment and the function of periarticular hip musculature. These changes could potentially result in either improvement or exacerbation of low back pain and limitations in mobility<sup>(3)</sup>.

Numerous studies have evaluated the effects of THA on patient pain and functional outcomes. Some have demonstrated that the alleviation of hip pain following THA may be accompanied by a reduction in low back pain<sup>(4,5)</sup>.

**Corresponding Author:**  
Mohammad Kazem Emami Meybodi, MD  
Email address:  
Dr.Mkemamimeybodi@gmail.com

demonstrate that molecular techniques are faster and more accurate than microbial culture. Therefore, the use of this method can play a significant role in enabling early treatment in these patients

## References

- 1 Concia E, Prandini N, Massari L, Ghisellini F, Consoli V, Menichetti F, et al. Osteomyelitis: clinical update for practical guidelines. *Nuclear medicine communications*. 2006;27(8):645-660. doi.org/10.1097/00006231-200608000-00007
- 2 Gross T, Kaim AH, Regazzoni P, Widmer AF. Current concepts in posttraumatic osteomyelitis: a diagnostic challenge with new imaging options. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2002;52(6):1210-1219. DOI: 10.1097/00005373-200206000-00032
- 3 Calhoun JH, Manning MM. Adult osteomyelitis. *Infectious Disease Clinics*. 2005;19(4):765-786. DOI: 10.1016/j.idc.2005.07.009
- 4 Courjon J, Lemaigen A, Ghout I, Therby A, Belmatoug N, Dinh A, et al. Pyogenic vertebral osteomyelitis of the elderly: Characteristics and outcomes. *PLoS One*. 2017;12(12):e0188470. DOI: 10.1371/journal.pone.0188470
- 5 Peltola H, Pääkkönen M. Acute osteomyelitis in children. *New England Journal of Medicine*. 2014;370(4):352-360. DOI: 10.1056/NEJMra1213956
- 6 Belthur MV, Birchansky SB, Verdugo AA, Mason Jr EO, Hulten KG, Kaplan SL, et al. Pathologic fractures in children with acute *Staphylococcus aureus* osteomyelitis. *JBJS*. 2012;94(1):34-42. DOI: 10.2106/JBJS.J.01915
- 7 Walter G, Kemmerer M, Kappler C, Hoffmann R. Treatment algorithms for chronic osteomyelitis. *Deutsches Ärzteblatt International*. 2012;109(14):257. DOI: 10.3238/arztebl.2012.0257
- 8 Kremers HM, Nwojo ME, Ransom JE, Wood-Wentz CM, Melton III LJ, Huddleston III PM. Trends in the epidemiology of osteomyelitis: a population-based study, 1969 to 2009. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2015;97(10):837. DOI: 10.2106/JBJS.N.01350
- 9 Tseng C-H, Huang W-S, Muo C-H, Kao C-H. Increased risk of dementia among chronic osteomyelitis patients. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*. 2015;34(1):153-159. DOI: 10.1007/s10096-014-2200-1
- 10 Hassan AS, Rao A, Manadan AM, Block JA. Peripheral bacterial septic arthritis: review of diagnosis and management. *JCR: Journal of Clinical Rheumatology*. 2017;23(8):43. DOI: 10.1097/RHU.0000000000000588
- 11 Jordanov MI, Block JJ, Gonzalez AL, Green NE. Transarticular spread of Ewing sarcoma mimicking septic arthritis. *Pediatric radiology*. 2009;39(4):381-384. DOI: 10.1007/s00247-008-1124-2
- 12 Jaramillo D, Dormans JP, Delgado J, Laor T, St Geme III JW. Hematogenous osteomyelitis in infants and children: imaging of a changing disease. *Radiology*. 2017;283(3):629-643. DOI: 10.1148/radiol.201715192
- 13 Kumar R, KAgarwal K, Behera A. Positron Computed Emission Tomography: Tomography-Does It Have a Role in Tuberculosis? *Imaging in Tuberculosis: Clinicopathological Correlation*. 2019. DOI 10.1093/infdis/jiad425
- 14 Clarke JR, McClure MO. HIV-1 viral load testing. *Journal of Infection*. 1999;38(3):141-146. DOI: doi.org/10.1093/infdis/jiad425
- 15 Abe A, Inoue K, Tanaka T, Kato J, Kajiyama N, Kawaguchi R, et al. Quantitation of hepatitis B virus genomic DNA by real-time detection PCR. *J Clin Microbiol*. 1999;37(9):2899-2903. DOI: 10.1128/JCM.37.9.2899-2903.1999
- 16 Di Alberti L, Piatteli A, Artese L, Favia G, Porter SR, Scully CM, et al. Human herpesvirus 8 variants in sarcoid tissues. *The Lancet*. 1997;350(909).DOI 10.1016/s0140-6736(97)10102-7
- 17 Thorén A, Widell A. PCR for the diagnosis of enteroviral meningitis. *Scandinavian journal of infectious diseases*. 1994;26(3):249-254. DOI: 10.3109/00365549409011792
- 18 Cooper RJ, Yeo AC, Bailey AS, Tullo AB. Adenovirus polymerase chain reaction assay for rapid diagnosis of conjunctivitis. *Investigative ophthalmology & visual science*. 1999;40(1):90-95.
- 19 Carlsgart J, Roepstorff A, Nejsun P. Multiplex PCR on single unembryonated *Ascaris* (roundworm) eggs. *Parasitology research*. 2009;104(4):939-943. DOI: 10.1007/s00436-008-1307-7
- 20 Fazaeli A, Fouladi B, HASHEMI SS, Sharifi I. Clinical features of cutaneous leishmaniasis and direct pcrbased identification of parasite species in a new focus in Southeast of Iran. 2008;37(3):44-51.
- 21 Vidigal PVT, Santos DVV, Castro FC, Couto JcDf, Vitor RWdA, Brasileiro Filho G. Prenatal toxoplasmosis diagnosis from amniotic fluid by PCR. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*. 2002;35(1):1-6. DOI: 10.1590/s0037-86822002000100001
- 22 Vidal JE, Colombo FA, de Oliveira ACP, Focaccia R, Pereira-Chiocola VL. PCR assay using cerebrospinal fluid for diagnosis of cerebral toxoplasmosis in Brazilian AIDS patients. *Journal of Clinical Microbiology*. 2004;42(10):4765-4768. DOI: 10.1128/JCM.42.10.4765-4768.2004
- 23 Hinnebusch J, Schwan T. New method for plague surveillance using polymerase chain reaction to detect *Yersinia pestis* in fleas. *Journal of clinical microbiology*. 1993;31(6):1511-1514. DOI: 10.1128/jcm.31.6.1511-1514.1993

as false negatives. Nonetheless, PCR generally demonstrates high specificity across a variety of extrapulmonary samples, including cerebrospinal fluid, pleural fluid, and ascitic fluid. Using PCR, drug resistance can also be rapidly detected in smear-positive sputum samples or in previously cultured isolates. Moreover, molecular methods such as PCR are particularly valuable in detecting pathogens that are not culturable, thereby enabling earlier diagnosis and more timely treatment. For example, *Mycobacterium leprae*, the causative agent of leprosy, cannot be cultured, and its diagnosis relies on acid-fast staining or histopathological changes. If PCR demonstrates the presence of *M. leprae* DNA, no further testing is required, and treatment can be initiated<sup>(13)</sup>. This underscores the clinical utility of molecular methods in cases where microbial culture fails to identify the infectious agent, as confirmed by the present study, which showed that molecular techniques can detect pathogens undetectable by culture or those yielding false-negative results.

Various types of PCR are also capable of identifying hepatitis B, hepatitis C, HIV, HSV, cytomegalovirus (CMV), and enteroviruses. This test is additionally used for screening purposes and for monitoring treatment response. In blood banks, PCR is routinely employed for detecting hepatitis C and HIV. At present, PCR analysis of cerebrospinal fluid is considered the gold standard for diagnosing HSV encephalitis and meningitis, with a sensitivity of 95% and specificity of 94%, and it can prevent the need for brain biopsy<sup>(14-16)</sup>. Therefore, molecular methods are also highly valuable in the diagnosis of viral infections. For instance, PCR can detect CMV in plasma and cerebrospinal fluid with 95–98% sensitivity and 98–100% specificity, whereas the sensitivity of CMV culture is only about 42%. Enteroviruses, one of the most common causes of viral meningitis, can be identified in CSF by PCR within a single day, while culture requires five days.

Quantitative PCR can further be employed to monitor treatment response by measuring viral load in CMV, HIV, and HCV infections<sup>(17,18)</sup>. PCR can also be used to diagnose HSV infections and determine their serotypes using saliva, serum, or CSF samples. Notably, PCR has demonstrated that HSV-2 is the principal cause of recurrent benign lymphocytic meningitis. *Varicella-zoster virus* can likewise be detected via PCR in saliva, throat swabs, tears, and skin lesions, including early non-vesicular erythematous areas. PCR has also facilitated the

diagnosis of Kaposi's sarcoma, where detection of human herpesvirus type 8 in lesions is challenging by other methods, but PCR provides highly sensitive and specific confirmation.

In addition to viral pathogens, PCR is useful for detecting various parasites, including *Ascaris*, *Toxoplasma*, and *Leishmania*<sup>(19,20)</sup>. Prenatal PCR testing can even identify congenital *Toxoplasma* infection<sup>(21)</sup>. PCR can be performed on diverse specimen types, such as blood, amniotic fluid, and stool<sup>(22)</sup>. Furthermore, Hinbaj and Schwam used PCR with primers for the *pla* gene to identify *Yersinia pestis* across subspecies from Asia, Africa, and America. Their findings confirmed the reliability of PCR for diagnostic, epidemiological, and disease-control purposes. Unlike their work, which used a uniplex PCR method, our study employed multiplex PCR, allowing simultaneous detection of multiple bacterial species, saving both time and resources<sup>(23)</sup>. In general, the findings of most studies demonstrate that molecular methods significantly improve the detection of infectious agents. The results of the present study are consistent with this evidence, showing that molecular techniques can identify more pathogens than culture alone. Therefore, incorporating molecular diagnostics can substantially aid clinicians in initiating appropriate treatment at the right time, ultimately reducing mortality rates and preventing unnecessary healthcare expenditures.

## Conclusion

Based on the results of this study, the multiplex PCR method can be used for the rapid and simultaneous detection of various bacteria, particularly in patients with osteomyelitis and septic arthritis. This approach provides a reliable and accurate tool for identifying these pathogens. The sensitivity of this method is remarkably high, such that it can detect a single bacterial species among thousands of different types. It is also simple to perform, and because it allows for simultaneous detection, there is no need to conduct multiple separate PCR assays for each individual pathogen. The application of combined PCR for the rapid and concurrent detection of several infectious agents in unknown samples represents a valuable advantage of this method. Overall, the findings of this study comparing molecular and culture-based methods for diagnosing microbial pathogens in patients with osteomyelitis and septic arthritis

## Results

Out of the 100 patients enrolled in this study, 46 (46%) were female and 54 (54%) were male. The age range of participants was 18 to 69 years, with a mean age of 43.41 years. Analysis of variance showed no statistically significant association between age and the occurrence of osteomyelitis or septic arthritis ( $P=0.65$ ).

A total of 76 patients (76%) had a history of hospitalization, while 24 (24%) did not. Fifty-eight patients (58%) had underlying medical conditions, whereas 42 (42%) had none.

Joint involvement was observed in 57 patients, distributed as follows: 16% hip involvement, 10% knee, 7% shoulder, 8% elbow, 6% ankle, 6% combined hip and shoulder, and 4% combined hip and knee involvement.

Among patients diagnosed with osteomyelitis or septic arthritis, 54 presented with fever, 43 with chills, 65 with pain, 55 with swelling, 32 with discharge, and 32 with restricted joint movement.

Of the 100 analyzed samples from patients with osteomyelitis or septic arthritis, 80 tested positive by PCR, while 55 tested positive by microbial culture. Conversely, 20% of samples were negative by PCR, and 45% were negative by microbial culture. Statistical analysis indicated a significant difference between the two diagnostic methods in terms of positive and negative results ( $P\leq 0.04$ ).

Specifically, the percentage of infection-positive samples was higher with PCR compared to microbial culture, and this difference was statistically significant. Similarly, the proportion of infection-negative samples was lower with PCR than with microbial culture, which was also statistically significant (Table 1).

**Table 1: Determination of Positive and Negative Test Percentages Using PCR and Culture Methods**

Test Method	Negative (%)	Positive (%)	P value
PCR	20	80	$P<0.04$
Culture	45	55	

Since all samples were obtained from patients with confirmed osteomyelitis or septic arthritis, cases that were not detected by PCR or microbial culture were considered false negatives. The incidence of false negatives was significantly lower with PCR compared to microbial culture, and this difference was statistically significant (Table 2).

**Table 2: Determination of False-Negative Rates in PCR and Microbial Culture Methods**

Test Method	Negative (%)	Positive (%)	P value
PCR	20	80	$<0.04$
Culture	45	55	

In our study, PCR detected 80% of the samples as positive, yielding a sensitivity of 80%, compared with 55% for microbial culture. These results indicate that PCR offers superior diagnostic accuracy over culture for identifying patients with osteomyelitis and septic arthritis.

## Discussion

Recent studies have reported that in many cases the infectious pathogen yields negative culture results. This means that the culture medium used cannot identify microbial agents. When unusual pathogens are suspected, the likelihood of non-detection by culture increases, which in turn raises the risk of morbidity and mortality for the patient. Furthermore, conventional culture methods require several days before results become available. Recent evidence has also shown that certain species, such as *Klebsiella*, do not grow in standard culture media, whereas PCR provides a much higher chance of detection, making it a viable alternative to culture. In addition, PCR reduces the diagnostic time to about three hours. Overall, compared to microbial culture, PCR is a more accurate method with higher sensitivity for identifying infectious agents. Thus, its application in cases such as osteomyelitis and septic arthritis can play a crucial role in timely diagnosis and the detection of causative pathogens, ultimately facilitating prompt and effective treatment. This, in turn, can lower patient mortality rates and reduce healthcare costs.

The accuracy of PCR depends on several factors, including the amount of DNA present in the clinical sample and the number of live or dead bacteria contained within it. PCR inhibitors such as hemoglobin may also affect its reliability. Based on the findings of the present study, PCR was effective in the rapid diagnosis of the disease, and the occurrence of false-negative results was negligible (PCR sensitivity in this study was 80%). Reduced overall accuracy may be attributed to technical errors, poor performance of chemical reagents, insufficient DNA in the sample, chronicity of the disease, or prior antibiotic use. In such cases, PCR results may appear

Reactive arthritis, by contrast, is a sterile inflammatory process that can follow an extra-articular infection. Pathogenic bacteria are particularly important in septic arthritis due to their destructive nature, and failure to promptly recognize and treat the infection can lead to fatal outcomes<sup>(8-10)</sup>.

Approximately 20,000 cases of septic arthritis occur annually in the United States (about 7.8 cases per 100,000 population per year), with similar incidence rates reported in Europe<sup>(4,5)</sup>. The incidence of arthritis caused by disseminated gonococcal infection is around 2.8 cases per 100,000 population per year. Diagnostic methods for osteomyelitis and septic arthritis include joint fluid culture and PCR. Normal synovial fluid is clear, colorless, and, when expelled from a syringe, forms a thread-like structure reflecting normal viscosity. In contrast, infected synovial fluid is typically yellow-green due to elevated nucleated cell counts, with a marked predominance of polymorphonuclear leukocytes. Synovial fluid evaluation (including leukocyte count, Gram stain appearance, and microscopic examination) is considered the most valuable approach in assessing a potentially infected joint. Smear and repeat culture should also be performed depending on the differential diagnoses. Alterations in glucose and protein levels of synovial fluid are nonspecific and generally not recommended for routine evaluation<sup>(10-12)</sup>.

Infection represents one of the most serious complications, requiring prolonged antibiotic therapy, extended hospitalization, and, in many cases, repeat surgical procedures such as prosthesis revision in joint replacements or repeated debridement in osteomyelitis. These interventions themselves can result in severe harm and disability. Moreover, since patients often use antibiotics indiscriminately, the rate of negative culture results in joint infections is high. Therefore, we decided to conduct a study evaluating a new molecular diagnostic method for microbial detection in these patients and compare it with conventional culture.

## Materials & Methods

This cross-sectional analytical study was conducted on hospitalized patients at Baqiyatallah Hospital who had been diagnosed with joint and bone infections. The sample size was determined as 100 patients, based on the sample size calculation formula.

Sampling was performed using a convenience method. After selecting the sample size and identifying eligible cases, 100 hospitalized patients diagnosed with joint infection and osteomyelitis, for whom both microbial culture and PCR had been performed, were included in the analysis.

Variables such as age, sex, and clinical symptoms (including fever, chills, swelling, discharge, pain, and restricted joint movement) were extracted from the patients' medical records.

The kits used in this study were as follows:

- Multiplex: Master Diagnostic kit (Spain)
- Culture: Rousha kit (Germany)
- Antibigram: Mast kit (UK), distributed by PadTan Teb (Iran)

For laboratory procedures, 2% agarose gel was employed. To prepare the gel, an appropriate amount of agarose powder was dissolved in TBE buffer according to the size of the electrophoresis tank and gel tray. The mixture was heated using a microwave and thoroughly mixed until the agarose was completely dissolved, homogeneous, and transparent. The solution was then allowed to cool, and once the temperature reached approximately 50–60 °C, DNA Green Viewer stain—a non-carcinogenic and safe dye—was added at a ratio of 1 µL per 10 cc of gel. The gel solution was then poured into a tray with a pre-set comb, and after approximately 15 minutes, once the gel had fully solidified, the comb was removed, creating wells for sample loading.

The gel tray was then placed into the electrophoresis tank and filled with TBE buffer to a level 3–5 mm above the gel surface. Insufficient buffer volume could result in premature gel drying, while excessive volume could slow product migration and cause device overheating. In general, 6x loading dye was used, which contained bromophenol blue and xylene cyanol dyes, along with glycerol. Glycerol ensured that the samples, once mixed, became denser and settled firmly at the bottom of the wells without floating out. The dyes enabled visual tracking of nucleic acids during electrophoresis. For each sample, 1 µL was mixed with 5 µL of loading dye before being pipetted into the wells. After data collection and classification, statistical analyses were performed using SPSS software version 22. Quantitative variables were analyzed using the t-test, while qualitative variables were analyzed using the chi-square test. A p-value of <0.05 was considered statistically significant in all tests.

## Comparative Study of Two Molecular Methods and Culture for the Detection of Microbial Agents in Patients with Osteomyelitis and Septic Arthritis

### Abstract

**Introduction:** Infection is a major orthopedic concern, particularly following knee replacement. Postoperative infection poses significant risks, and in trauma patients with open wounds, it can lead to severe complications. Managing these infections often requires prolonged antibiotic therapy, extended hospitalization, and, in many cases, revision surgery for joint replacement or repeated debridement in osteomyelitis—resulting in serious patient morbidity. Given the high rate of self-administered antibiotics and negative culture tests in joint infections, this study compares molecular (PCR) and culture methods for detecting microbial agents in osteomyelitis and septic arthritis.

**Materials & Methods:** In this cross-sectional study, 100 samples from patients with joint infections and osteomyelitis at a Hospital were analyzed using microbial culture and PCR. Demographic data (age, gender), comorbidities, and clinical signs (fever, chills, swelling, discharge, pain, limited mobility) were extracted from medical records. Data were analyzed using SPSS22.

**Results & Discussion:** Among 100 samples, 80 tested positive via PCR, while 55 were culture-positive. Conversely, 20% were PCR-negative and 45% culture-negative. A statistically significant difference existed between the two methods in detection rates ( $P < 0.04$ ).

The patient factors such as old age, previous medical conditions, high BMI, osteopenia, and intraoperative factors, including failure to correct lumbar lordosis, sagittal balance, and correction of angles in primary surgery, showed increased risk for revision spine surgery.

**Conclusion:** PCR is faster and more accurate than culture for diagnosing osteomyelitis and septic arthritis, enabling earlier treatment intervention.

**Keywords:** Polymerase chain reaction, Cell culture, Osteomyelitis, Infectious arthritis.

**Accepted:** 36 days before printing

Hossein Abdollahi, MD, Mohammad Kazem Emami Meybodi, MD, Shahram Shirvani Boroujeni, MD, Morteza Izadi, MD, Morteza Hosseini, MD, Sajjad Mohammadnabi, MD

Trauma Research Center, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

### Introduction

Osteomyelitis is a bone infection caused by pyogenic bacteria and mycobacteria. This infection is most commonly seen in children and usually occurs through hematogenous spread. In adults, osteomyelitis is often subacute or chronic, and typically arises secondary to an adjacent infectious focus, or as a result of direct inoculation following surgery or trauma<sup>(1-4)</sup>. More than 95% of acute hematogenous osteomyelitis cases are monomicrobial, with *Staphylococcus aureus* isolated in approximately 50% of cases. In contrast, chronic osteomyelitis is often polymicrobial, involving not only *S. aureus* but also gram-negative and anaerobic bacteria<sup>(5)</sup>.

Clinical signs and symptoms of chronic osteomyelitis include purulent discharge through sinus tracts over the affected bone, pain, tenderness, local inflammatory changes at the lesion site, and low-grade fever in some patients. The disease is characterized by a prolonged clinical course, extended periods of latency, frequent relapses, and serious complications such as deformities, restricted mobility, and neurological deficits. These features make treatment extremely challenging and impose a significant economic burden<sup>(6,7)</sup>.

Septic arthritis may result from the direct invasion of the joint space by various microorganisms, most often bacteria; however, viruses, mycobacteria, and fungi can also play a role.

**Corresponding Author:**  
Sajjad Mohammadnabi, MD  
Email address:  
Drsajjadmohammadnabi@gmail.com

- 31 Schwab FJ, Blondel B, Bess S, Hostin R, Shaffrey CI, Smith JS, Boachie-Adjei O, Burton DC, Akbarnia BA, Mundis GM, Ames CP, Kebaish K, Hart RA, Farcy JP, Lafage V; International Spine Study Group (ISSG). Radiographical spinopelvic parameters and disability in the setting of adult spinal deformity: a prospective multicenter analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013;38(13): 803-812. doi: 10.1097/BRS.0b013e318292b7b9. PMID: 23722572.
- 32 Assaker R, Zairi F. Failed back surgery syndrome: to re-operate or not to re-operate? A retrospective review of patient selection and failures. *Neurochirurgie*. 2015 Mar;61 Suppl 1:S77-82. doi: 10.1016/j.neuchi.2014.10.108. Epub 2015;61(1): S77-S82. <https://doi.org/10.1016/j.neuchi.2014.10.108>
- 33 Radcliff KE, Kepler CK, Jakoi A, Sidhu GS, Rihn J, Vaccaro AR, Albert TJ, Hilibrand AS. Adjacent segment disease in the lumbar spine following different treatment interventions. *Spine J*. 2013;13(10):1339-1349. doi: 10.1016/j.spinee.2013.03.020. Epub 2013.

- 2 Cakmak A, Yücel B, Ozyalçın SN, et al. The frequency and associated factors of low back pain among a younger population in Turkey. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004;29(14):1567-1572. doi: 10.1097/01.brs.0000131432.72531.96
- 3 Stranjalis G, Tsamandouraki K, Sakas DE, Alamanos Y. Low back pain in a representative sample of Greek population: analysis according to personal and socioeconomic characteristics. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004;29(12):1355-1361. doi: 10.1097/01.brs.0000127181.59012.1c
- 4 Thomé C, Zevgaridis D, Leheta O, Bänzner H, Pöckler-Schöniger C, Wöhrle J, Schmiedek P. Outcome after less-invasive decompression of lumbar spinal stenosis: a randomized comparison of unilateral laminotomy, bilateral laminotomy, and laminectomy. *J Neurosurg Spine*. 2005;3(2):129-141. doi: 10.3171/spi.2005.3.2.0129
- 5 Zanoli G. Outcome assessment in lumbar spine surgery. *Acta Orthop Suppl*. 2005;76(318):5-47. <https://doi.org/10.1080/17453674078540522>
- 6 Kuntz KM, Snider RK, Weinstein JN, Pope MH, Katz JN. Cost-effectiveness of fusion with and without instrumentation for patients with degenerative spondylolisthesis and spinal stenosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000;25(9):1132-1139. doi: 10.1097/00007632-200005010-00015
- 7 Rosenstock L, Cullen M, Brodtkin C, Redlich C. *Clinical occupational and environmental medicine text book of*. 2nd ed Elsevier New York; 2005. P 527.
- 8 Palmer K T. *Spinal disorders*. Palmer KT, Cox RAF, Brown I. Fitness for work. 4th ed. Oxford: university press; 2014. P:244 <https://doi.org/10.1136/oem.2007.035857>
- 9 Saito S, Hoshi S, Sakai K, Chiba Y, Saito H, Hatori M, Endoh M, Arai Y. Post-laminectomy long-term survival of a patient with spinal cord compression secondary to metastatic prostate cancer. *Int J Clin Oncol*. 2004;9(6):520-522. <https://doi.org/10.1007/s10147-004-0431-3>
- 10 Bederman SS, Le VH, Pahlavan S. An approach to lumbar revision spine surgery in adults. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2016;24(7):433-442. doi: 10.5435/JAAOS-D-14-00181
- 11 Matsumoto T, Okuda S, Maeno T, Yamashita T, Yamasaki R, Sugiura T, Iwasaki M. Spinopelvic sagittal imbalance as a risk factor for adjacent-segment disease after single-segment posterior lumbar interbody fusion. *Journal of Neurosurgery: Spine*. 2017;26(4):435-440. doi: 10.3171/2016.9.SPINE16232
- 12 Kim HJ, Bridwell KH, Lenke LG, Park MS, Song KS, Piyaskulkaew C, Chuntarapas T. Patients with proximal junctional kyphosis requiring revision surgery have higher postoperative lumbar lordosis and larger sagittal balance corrections. *Spine*. 2014;39(9):E576-80. doi: 10.1097/BRS.0000000000000246
- 13 Walker BF. Failed back surgery syndrome. *COMSIG Rev*. 1992;1(1):3-6. PMID: PMC2050006. PMID: 17989739
- 14 Talbot L. Failed back surgery syndrome. *BMJ*. 2003;327(7421):985-986. doi: 10.1136/bmj.327.7421.985
- 15 Devulder J, Deene P, De Laat M, Van Bastelaere M, Brusselmans G, Rolly G. Nerve root sleeve injections in patients with failed back surgery syndrome: a comparison of three solutions. *Clin J Pain*. 1999;15(2):132-135. doi: 10.1097/00002508-199906000-00010
- 16 Dewing CB, Provencher MT, Riffenburgh RH, Kerr S, Manos RE. The outcomes of lumbar microdiscectomy in young, active population: correlation by herniation type and level. *Spine (Phila Pa 1976)* 2008. doi: 10.1097/BRS.0b013e31815e3a42
- 17 Wang K, Hong X, Zhou by, et al. Evaluation of transforminal endoscopic lumbar discectomy in the treatment of lumbar herniation. *Medical school of Southeast university, Int Orthop*. 2015;39: 1599-1604. doi: 10.1007/s00264-015-2747-1
- 18 Kamizono J, Matsunaga S, Hayashi K, et al. Occupational recovery after open-door type laminoplasty for patient with ossification of the posterior longitudinal ligament. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2003; 28(16):1889-1892. doi: 10.1097/01.BRS.0000083206.24176.C8
- 19 Seyedmehdi M, Attarchi M, Ghaffari M. Prognostic factors for return to work in patient with sciatica. *Asia Pac J Public Health*. 2015.
- 20 Oosterhuis T, Costa LO, Maher CG, et al. Rehabilitation after lumbar disc surgery. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;3. doi: 10.1002/14651858.CD003007.pub3
- 21 Parker SL, Godil SS, Zuckerman SL, et al. Extent of preoperative depression is associated with return to work after lumbar fusion for spondylolisthesis. *World Neurosurg*. 2015;83(4): 608-613. doi: 10.1016/j.wneu.2014.12.018.
- 22 Ozkara Go, Ozgen M, Ozkara E, et al. Effectiveness of physical therapy and rehabilitation programs starting immediately after lumbar disc surgery. *Turk Neurosurg*. 2015; 25(3):372-379. doi: 10.5137/1019-5149.JTN.8440-13.0
- 23 Anderson JT, Haas AR, Percy R, et al. Clinical depression is a strong predictor of poor lumbar fusion outcomes among workers' compensation. *Spine (Phila Pa 1976)* 2015; 40(10): 748-756. doi: 10.1097/BRS.0000000000000863
- 24 Seyedmehdi M, Attarchi M, Ghafari M, et al. Prognostic factors for return to work after low-back disc herniation surgery. *Asia Pac J Public Health*. 2013;27(2). doi: 10.1177/1010539512471072
- 25 Waguespack A, Schofferman J, Slosar P, Reynolds J. Etiology of long-term failures of lumbar spine surgery. *Pain Med*. 2002;3:18-22. doi: 10.1046/j.1526-4637.2002.02007.x
- 26 Thomson S. Failed back surgery syndrome: definition, epidemiology and demographics. *Br J Pain*. 2013;7:56-59. doi: 10.1177/2049463713479096
- 27 Carragee EJ, Alamin TF, Miller JL, Carragee JM. Discographic, MRI and psychosocial determinants of low back pain disability and remission: a prospective study in subjects with benign persistent back pain. *Spine J*. 2005;5:24-35. doi: 10.1016/j.spinee.2004.05.250
- 28 Marquez-Lara A, Nandyala SV, Sankaranarayanan S, Noureldin M, Singh K. Body mass index as a predictor of complications and mortality after lumbar spine surgery. *Spine (Phila Pa 1976)* 2014;39:798-804. doi: 10.1097/BRS.0000000000000232
- 29 Watanabe K, Lenke LG, Bridwell KH, Kim YJ, Koester L, Hensley M. Proximal junctional vertebral fracture in adults after spinal deformity surgery using pedicle screw constructs: analysis of morphological features. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35(2):138-145. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181c8f35d.
- 30 Kim HJ, Iyer S. Proximal Junctional Kyphosis. *J Am Acad Orthop Surg*. 2016;24(5):318-326. doi: 10.5435/JAAOS-D-14-00393.

follow-up<sup>(25)</sup>. While around 50% of first spine surgeries are successful, over 30%, 15%, and 5% of patients do not achieve favorable outcomes after the second, third, and fourth surgeries, respectively<sup>(10–27)</sup>. Therefore, identifying the factors contributing to surgical failure and mitigating them is of critical importance.

In this study, 40 patients requiring revision spinal surgery were evaluated, with a mean age of  $62.92 \pm 7.07$  years. According to Seyed Mahdi et al., age over 40 is a risk factor for recurrence of symptoms after surgery<sup>(24)</sup>. However, Wang et al. reported that age is not a decisive factor for surgical success<sup>(10–17)</sup>. These discrepancies may be attributed to geographic, genetic, and lifestyle differences among populations. In our cohort, 22 patients (55%) were overweight and 14 patients (35%) had moderate obesity. Previous studies also indicate that obesity and overweight are risk factors for surgical failure. For instance, Marquez et al. demonstrated that BMI serves as a predictor for postoperative complications as well as overall surgical outcomes<sup>(28)</sup>.

The most common comorbidities in our study were hypertension and diabetes (35% and 32.5%, respectively). According to Talbot et al., patients with comorbidities are at higher risk of surgical failure<sup>(14)</sup>. Consequently, encouraging patients to reduce weight preoperatively, controlling comorbidities, and promoting healthy lifestyle changes may reduce the risk of surgical failure. Additionally, our study indicated that older age is a predictor of surgical failure. Implementing early screening, regular examinations, and patient education on timely reporting of symptoms can help manage disease at an earlier stage, improving treatment efficacy and reducing the physical, psychological, and financial burden associated with recurrent pain and revision surgery.

The mean T-score in bone densitometry was  $-1.86 \pm 1.06$ , with 50% of patients classified as osteopenic. Watanabe et al. also reported a high prevalence of osteopenia in patients who experienced vertebral fractures following lumbar surgery<sup>(27–29)</sup>. In our study, 35% of patients had osteoporosis. Prior studies indicate that osteoporosis increases the risk of postoperative complications, surgical failure, and the need for revision surgery<sup>(30)</sup>.

The mean SVA was  $7.12 \pm 2.19$  cm (range: 1–12 cm), with 35 patients (87.5%) classified as abnormal (SVA > 5 cm). The mean PI–LL mismatch was  $29.25 \pm 15.30^\circ$ , abnormal in 35 patients (87.5%). The mean PT

was  $23.82 \pm 7.62^\circ$ , abnormal in 29 patients (72.5%; PT >  $20^\circ$ ). According to Schwab et al., SVA > 47 mm, PT >  $22^\circ$ , and PI–LL mismatch >  $11^\circ$  are predictors of severe disability, and patients with these risk factors are more likely to require revision surgery<sup>(31)</sup>. Similarly, Kim et al. reported that patients with higher postoperative SVA and LL had a significantly increased risk of complications such as proximal junctional kyphosis (PJK), often necessitating revision surgery<sup>(12)</sup>. These findings underscore the importance of correcting lumbar lordosis and sagittal alignment during the initial surgery, which was not fully achieved in our cohort.

Overall, patient-related factors—such as advanced age, comorbidities, high BMI, osteopenia, and osteoporosis—along with intraoperative factors like inadequate correction of lumbar lordosis, sagittal balance, and spinal alignment during the primary surgery, contribute to increased risk of surgical failure and the need for revision procedures<sup>(32)</sup>. Patients experiencing these outcomes face greater physical and psychological challenges and reduced quality of life compared to those with successful surgeries, highlighting the importance of identifying risk factors. Nevertheless, some researchers suggest that symptom recurrence or surgical failure is an inevitable and gradual process associated with aging<sup>(33)</sup>.

However, patient education regarding disease management, including obesity and diabetes, and specialized surgeon training can reduce the risk of surgical failure.

## Conclusion

In summary, patient-related factors such as advanced age, comorbidities, high BMI, osteopenia, and osteoporosis, along with intraoperative factors including insufficient correction of lumbar lordosis, sagittal balance, and spinal alignment during the primary surgery, can significantly increase the risk of surgical failure and the need for revision spine surgery.

## References

- 1 Hart LG, Deyo RA, Cherkin DC. Physician office visits for low back pain. Frequency, clinical evaluation, and treatment patterns from a U.S. national survey. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1995;20(1):11-19. doi: 10.1097/00007632-199501000-00003

**Table 2: Age, BMI, T-score, and radiographic findings in patients requiring revision spinal surgery**

	Mean±SD	Min	Max
Age (years)	62.92 ± 7.07	52	77
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	26.00 ± 8.00	23.10	35
T-score	1.06 ± 1.86	-3	2.4
SVA (cm)	7.12 ± 2.19	1	12
PI (degree)	52.12 ± 10.80	28	75
LL (degree)	23.42 ± 15.56	6	65
PI-LL (degree)	29.25 ± 15.30	1	58
SS (degree)	27.85 ± 10.69	5	48
PT (degree)	23.82 ± 7.62	9	40

**Table 3: Frequency distribution of BMI subgroups, T-score, and radiographic findings in patients requiring revision spinal surgery**

Variable	n (%)	P-value
<b>BMI</b>		
Morbid obesity (35 < BMI < 40)	1 (2.5%)	
Obese (30 < BMI < 35)	14 (35%)	
Overweight (25 < BMI < 29.9)	22 (55%)	
Normal (18.5 < BMI < 24.9)	3 (7.5%)	
<b>T-score</b>		
Osteoporosis (T-score < -2.5)	14 (35%)	
Osteopenia (-2.5 < T-score < -1)	20 (50%)	
Normal (T-score > -1)	6 (15%)	
<b>SVA</b>		<0.001
Abnormal	35 (87.5%)	
Normal (SVA < 5 cm)	5 (12.5%)	
<b>PI</b>		
Abnormal	14 (35%)	
Normal (42° < PI < 62°)	26 (65%)	
<b>PI-LL mismatch</b>		<0.001
Abnormal	35 (87.5%)	
Normal (Difference < 9°)	5 (12.5%)	
<b>SS</b>		<0.001
Abnormal	34 (85%)	
Normal (35° < SS < 45°)	6 (15%)	
<b>PT</b>		<0.001
Abnormal	29 (72.5%)	
Normal (PT < 20°)	11 (27.5%)	

Specifically, the mean PI was 52.12 ± 10.80° (range: 28–75°), the mean LL was 23.42 ± 15.56° (range: 6–65°), the mean PI-LL mismatch was 29.25 ± 15.30° (range: 1–58°), the mean SS was 27.85 ± 10.69° (range: 2–48°), and the mean PT was 23.82 ± 7.62° (range: 9–40°) (Table 2).

Patients were classified into normal and abnormal groups based on the reference values for SVA, PI, PI-LL mismatch, SS, and PT. SVA was abnormal in 35 patients (87.5%), PI in 14 patients (35%), PI-LL mismatch in 35 patients (87.5%), SS in 34 patients

(85%), and PT in 29 patients (72.5%) (Table 3; Figure 6-2). Significant differences were observed between the normal and abnormal groups for SVA, PI, PI-LL mismatch, SS, and PT (P < 0.001) (Table 3).

### Discussion

If the end result of lumbar spine surgery could not reach the expectations of the patient or surgeon before surgery, it may result in surgical failure and the need for revision spine surgery or other forms of

**Table 1: Distribution of demographic and clinical variables in patients requiring revision spinal surgery (n = 40)**

Variable	n	%
Sex		
Female	24	60.0
Male	16	40.0
Comorbidities		
Hypertension (Yes)	14	35.0
Hypertension (No)	26	65.0
Diabetes (Yes)	13	32.5
Diabetes (No)	27	67.5
Chronic kidney disease (Yes)	5	12.5
Chronic kidney disease (No)	35	87.5
Heart failure (Yes)	4	10.0
Heart failure (No)	36	90.0
Cerebrovascular accident (Yes)	2	5.0
Cerebrovascular accident (No)	38	95.0
Parkinson's disease (Yes)	1	2.5
Parkinson's disease (No)	39	97.5
Rheumatoid arthritis (Yes)	1	2.5
Rheumatoid arthritis (No)	39	97.5
Other comorbidities (Yes)	3	7.5
Other comorbidities (No)	37	92.5
Spinal disease diagnosis		
Spinal canal stenosis (Yes)	37	92.5
Spinal canal stenosis (No)	3	7.5
Spondylolisthesis (Yes)	26	65.0
Spondylolisthesis (No)	14	35.0
Device failure (Yes)	13	32.5
Device failure (No)	27	67.5
Disc herniation (Yes)	8	20.0
Disc herniation (No)	32	80.0
Previous surgery type		
Discectomy (Yes)	30	75.0
Discectomy (No)	10	25.0
Fusion (Yes)	27	67.5
Fusion (No)	13	32.5
Laminectomy (Yes)	17	42.5
Laminectomy (No)	23	57.5
Other surgeries (Yes)	9	22.5
Other surgeries (No)	31	77.5
Number of fusion levels		
None	10	25.0
Two	2	5.0
Three	7	17.5
Four	8	20.0
Five	3	7.5
Six	1	2.5
Seven	6	15.0
Nine	3	7.5
Number of previous spinal surgeries		
One	25	62.5
Two	7	17.5
Three	2	5.0
Four	4	10.0
Five	2	5.0
Roussouly classification		
Type 1 (SS < 35°)	30	75.0
Type 2 (SS > 35°)	10	25.0

### Lumbar lordosis (LL)

LL was measured from the superior endplate of L1 to the inferior endplate of S1 (Panel C).

### PI-LL mismatch

The normal difference between PI and LL is  $<10^\circ$ . In this study, PI-LL  $<9^\circ$  was considered normal.

### Sacral slope (SS)

SS is termed as the angle between the sacral endplate and a horizontal reference line (Panel E). Normal values were considered between  $35^\circ$  and  $45^\circ$ .

### Pelvic tilt (PT)

PT is termed as the angle between a vertical reference line and the line connecting the midpoint of the sacral endplate to the axis of the femoral heads (Panel F). PT  $< 20^\circ$  was considered normal.

### Ethical Considerations

Written informed consent was obtained from all participants and this study was approved by the institutional ethics committee. All collected data were kept confidential and anonymized. The study was conducted in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki. No additional financial burden was imposed on the patients.

### Data Analysis

Data were analyzed using SPSS version 26. Quantitative variables were expressed as mean  $\pm$  standard deviation (Mean  $\pm$  SD), while categorical variables were reported as frequencies and percentages. Comparisons of quantitative variables were performed using the independent samples t-test or, in cases of non-normal distribution, the Mann-Whitney U test. Comparisons of categorical variables were conducted using the Chi-square test or Fisher's exact test, as appropriate. A p-value of less than 0.05 was considered statistically significant.

## Results

In this study, 40 patients requiring revision spinal surgery were evaluated. The mean age was  $62.92 \pm 7.07$  years (52–77 years). Of these, 24 patients (60%) were female. The most common comorbidities were hypertension in 14 (35%) and diabetes mellitus in 13

patients (32.5%). Other comorbid conditions included chronic kidney disease (CKD) in 5 (12.5%), heart failure (HF) in 4 (10%), cerebrovascular accident (CVA) in 2 (5%), Parkinson's disease in 1 (2.5%), rheumatoid arthritis (RA) in 1 (2.5%), and other conditions in 3 patients (7.5%) (Table 1).

The most common reason for spine surgery was canal stenosis, observed in 37 patients (92.5%). Additional indications included spondylolisthesis in 26 patients (65%), device failure in 13 patients (32.5%), and disc herniation in eight patients (20%) (Table 1).

With respect to the type of surgery, discectomy was the most common procedure, performed in 30 cases (75%), and spinal fusion in 27 cases (67.5%). Other surgical procedures were performed in nine patients (22.5%) (Table 1).

Regarding the number of fusion levels, no fusion was performed in 10 patients (25%), four-level fusion in eight patients (20%), three-level fusion in seven patients (17.5%), seven-level fusion in six patients (15%), nine-level fusion in three patients (7.5%), five-level fusion in three patients (7.5%), two-level fusion in two patients (5%), and six-level fusion in one patient (2.5%) (Table 1).

In terms of the number of previous spinal surgeries, 25 patients (62.5%) had undergone one prior surgery, seven patients (17.5%) had two surgeries, four patients (10%) had four surgeries, two patients (5%) had three surgeries, and two patients (5%) had five previous spinal surgeries (Table 1).

According to the Roussouly classification, 30 patients (75%) had SS  $< 35^\circ$ , while 10 patients (25%) had SS  $> 35^\circ$  (Table 1).

The mean body mass index (BMI) of patients was  $28.28 \pm 2.6$  kg/m<sup>2</sup> (minimum: 23.10; maximum: 35) (Table 2). According to the BMI classification, 22 patients (55%) were overweight, 14 patients (35%) had moderate obesity, one patient (2.5%) was morbidly obese, and the remaining three patients (7.5%) were within the normal range (Table 3).

The mean T-score in bone densitometry was  $-1.86 \pm 1.06$  (range: -3 to 2.40) (Table 2). Based on T-score classification, 20 patients (50%) had osteopenia, 14 patients (35%) had osteoporosis, and the remaining six patients (15%) were within the normal range (Table 3). The mean sagittal vertical axis (SVA) was  $7.12 \pm 2.19$  cm (range: 1–12 cm).

The mean values of sacral slope (SS), lumbar lordosis (LL), pelvic incidence (PI), PI-LL mismatch, and pelvic tilt (PT), along with their minimum and maximum values, are presented in Table 2.

## Sampling method and sample size calculation

Convenience sampling was used in this study. Based on the formula for sample size calculation, considering  $\alpha$  (type I error) = 0.05,  $d$  (precision) = 0.1, and  $P = 0.1$  (according to reference 6, which reported approximately 10% revision surgery rate), the required sample size was estimated at 36 patients. Ultimately, 40 patients who met the inclusion criteria and required revision spinal surgery were included. Demographic data (age, sex, comorbidities, and BMI) were collected using a structured data collection form derived from medical records. In addition, clinical characteristics including spinal diagnosis, type of previous surgery, number of fusion levels, number of prior spine surgeries, Roussouly classification, T-score, as well as radiographic parameters (SVA, PI, LL, PI-LL, SS, and PT) were recorded in a checklist.

## Roussouly classification

The original Roussouly classification describes the geometric relationship between sacral slope (SS) and the lower arc of lumbar lordosis (from the S1

endplate to a horizontal line through the apex of LL) (Panel 1, part A). Four subtypes are defined: type 1 and 2 for  $SS < 35^\circ$ , type 3 for  $35^\circ < SS < 45^\circ$ , and type 4 for  $SS > 45^\circ$ . In this study, patients were divided into two groups:  $SS < 35^\circ$  and  $SS > 35^\circ$  (Figure 1).

## Sagittal vertical axis (SVA)

SVA is defined as the plumb line dropped from the center of the C7 vertebral body on the whole spine lateral standing radiograph (Panel B).

Normally, the plumb line passes through or slightly behind the sacrum. Physiological values of SVA in adults range between +48 mm and -48 mm, and negative values indicating a position behind the sacral promontory. In this study,  $SVA < 50$  mm was considered normal.

## Pelvic incidence (PI)

PI is termed as the angle between a line perpendicular to the midpoint of the sacral endplate and a line drawn from this point to the axis of the bicoxofemoral joints (Panel C). The mean PI in adults is  $52^\circ \pm 10^\circ$ .

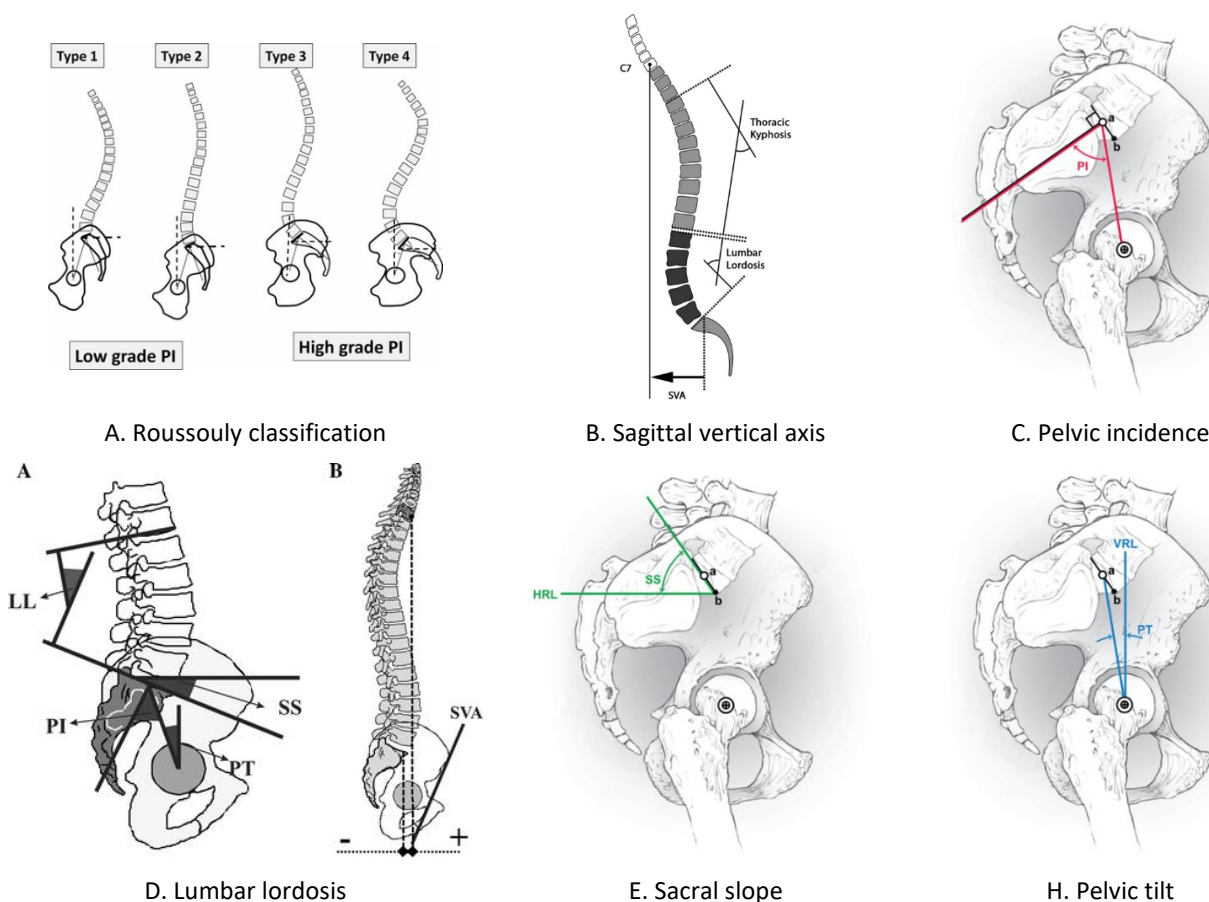


Figure 1: Radiographic parameter values:

Epidemiological data indicate that the one-month prevalence of low back pain in the general population is approximately 32%. On average, it accounts for 5.5 days of bed rest and leads to work absenteeism in about 19% of individuals<sup>(3)</sup>.

Laminectomy is among the most frequently performed surgical procedures for patients with lumbar radiculopathy<sup>(4)</sup>. Although these operations generally demonstrate favorable efficacy, they can occasionally result in complications and adverse outcomes<sup>(5)</sup>. Moreover, between 10% and 20% of surgically treated patients experience recurrent symptoms for various reasons and require further medical evaluation<sup>(6)</sup>.

Epidemiological studies have demonstrated that both personal and occupational factors, as well as lifestyle-related variables, are associated with lumbar spine disorders. Non-occupational risk factors include age, sex, physical fitness, cigarette smoking, and congenital structural abnormalities such as spondylolisthesis. Occupational factors such as lifting and pushing heavy loads, repetitive lumbar flexion and extension, and poor posture or non-ergonomic working conditions have also been identified as significant contributors to low back pain<sup>(7,8)</sup>. Compared with patients who respond well to surgery, those with recurrent symptoms often experience multiple physical and psychological problems, along with a reduced quality of life. Consequently, early identification of these patients is of critical importance, particularly in the context of preoperative planning, as it may help prevent recurrence in subsequent surgical procedures<sup>(9)</sup>.

Spinal surgery has proven effective with pain reduction and functional improvement in specific degenerative spine disease. "Failed back surgery," "flatback syndrome," and "post-laminectomy syndrome" are different terms for describing the patients who had one spinal surgery but still continue to present with symptoms. Over the past two decades, there has been a marked increase in the overall rate of spinal surgeries. Consequently, the number of revision procedures, as well as patient referrals to spine surgeons and general practitioners, is expected to rise accordingly<sup>(10)</sup>.

Loosing of normal lordosis of lumbar spine after spinal fusion is typically referred as "flatback syndrome", which results in change the sagittal balance. The patients usually have complain of pain and inability to hold their upright standing posture. Common etiologies for this syndrome are

hypolordotic lumbar fusion in degenerative spondylosis, kyphosis at the thoracolumbar junction and pseudarthrosis leads to progressive deformity. Another cause is extending the distraction instrumentation into the lumbo-sacral spine. On physical examination, decompensated sagittal imbalance can be observed. Additional clinical compensatory mechanisms that may coexist in uncorrected sagittal malalignment include thoracic hypokyphosis, cervical hyperlordosis, knee flexion to offset the loss of lumbar lordosis and pelvic retroversion.

Full length standing spinal radiographs are essential for assessing the amount of imbalance and spinopelvic radiographic parameters and their relationships. In symptomatic cases, corrective surgery to restore normal lumbar lordosis may be needed. In mobile discs, lumbar curvature can be restore by multiple posterior osteotomies (e.g., Ponte osteotomy) and in cases of rigid, fused deformities, by a three-column pedicle subtraction osteotomy<sup>(10)</sup>.

Given the scarcity of studies in this field in Iran, the present study aimed to investigate the causes of revision surgery in patients with a history of prior lumbar spine operations.

## Materials & Methods

This observational study was conducted as a retrospective cohort. Overall 40 patients who presented to Baqiyatallah Hospital, with a previous history spinal surgery and who, at the time of admission, fulfilled the clinical and diagnostic criteria for revision surgery, were evaluated. Patients with orthopedic diseases of the hip or lower extremities, or incomplete clinical records, were excluded from the study.

### Inclusion criteria

Patients presenting to Baqiyatallah Hospital with a history of spinal surgery who required revision surgery based on clinical and diagnostic criteria at the time of admission.

### Exclusion criteria

1. Presence of orthopedic diseases of the hip or lower extremities.
2. Incomplete patient data.

## Investigation of Causes of Re-Surgery in Patients with Previous Lumbar Spine Surgery

### Abstract

**Introduction:** Spine disorders are one of the common causes of referral to orthopedic clinics and reasons for orthopedic surgeries. Lumbar spinal surgery helps reduce pain and improve function in patients with certain degenerative conditions. In this paper we investigated the causes of revision spine surgery.

**Materials & Methods:** In a retrospective cohort study the patients who had undergone revision spinal surgery within one year in a teaching hospital were evaluated -in accordance with diagnosis and clinical criteria. The patients were randomly selected and screened, and demographic information (including age, gender, underlying disease, and body mass index (BMI)) was collected through a data collection form using patients' records. The clinical features including diagnosis of spine disease, type of previous surgery, number of fusions, history of spine surgery, Roussouly classification, and T-score, and also radiographic parameters such as sagittal vertical angle (SVA), pelvic incidence (PI), lumbar lordosis (LL), PI-LL mismatch, sacral slope (SS) and pelvic tilt (PT) were collected and included in the checklist.

**Results & Discussion:** The most common cause of original spine surgery was spinal canal stenosis, which was present in 37 patients (92.5%). The most common surgery was discectomy followed by spinal fusion \_ performed in 30 (75%) and 27 patients (67.5%) respectively. 25 patients (62.5%) had a history of only one surgery. According to the Roussouly classification, 30 patients (75%) had SS <35 °, and 10 patients (25%) had SS> 35 °. The mean BMI was 28.28. 2.60 kg / m<sup>2</sup>. The mean T-score in bone densitometry was -1.86 ± 1.06. The mean size of SVA was 7.12 ± 2.19 cm; the mean PI angle was 52.12 ± 10.80 °; the mean LL angle was 23.42 ± 15.56 °; the mean size of the difference between PI and LL angles was 29.25 ± 15.30 °, the mean SS angle was 27.85 ± 10.69 °, and the mean PT angle was 23.62 ± 7.62 °. SVA size was abnormal in 35 patients (87.5%), PI in 14 patients (35%), the difference between PI and LL in 35 patients (87.5%), SS in 34 patients (85%), and PT in 29 patients (72.5%) was abnormal. There was a significant difference in SVA, PI, PI-LL mismatch, SS, and PT between normal and abnormal groups (P-value <0.001).

The patient factors such as old age, previous medical conditions, high BMI, osteopenia, and intraoperative factors, including failure to correct lumbar lordosis, sagittal balance, and correction of angles in primary surgery, showed increased risk for revision spine surgery.

**Conclusion:** Osteopenia and osteoporosis, failure in reconstituting lumbar lordosis and proper sagittal balance are common reasons leading to revision spine surgery.

**Keywords:** Spine, Revision surgery, Failed back surgery syndrome.

**Accepted:** 33 days before printing

Mohammad Kazem Emami Meybodi, MD, Seyed Saeid Daryabari, MD, Mohsen Motalebi, MD,  
Mohammad Ghalamfarsa, MD, Ali Reza Shakeri Sefat, MD, Amir Hosein Ghazale, MD, Hamid Hesarikia, MD

Trauma Research Center, Baqiyatallah  
University of Medical Sciences,  
Tehran, Iran.

### Introduction

Spinal disorders are among the most common causes of referrals to orthopedic clinics and represent a major indication for orthopedic surgeries. These procedures, particularly in patients with a history of previous operations, are often more technically demanding due to postoperative adhesions and the progression of degenerative changes over time, necessitating longer and more precise surgical interventions. The most frequent indication for spinal surgery is neural element compression, with lumbar disc herniation and spinal stenosis being the two leading etiologies<sup>(1)</sup>.

Radicular pain is one of the primary reasons for patients to seek medical attention in clinics and physicians' offices, often resulting in substantial disability<sup>(1)</sup>. This condition can occur even at a young age, with approximately 30% of adolescents reporting at least one episode of low back pain requiring medical evaluation during their lifetime<sup>(2)</sup>.

**Corresponding Author:**  
Hamid Hesarikia, MD  
Email address:  
H.hesarikia@gmail.com



# *Iranian Journal of Orthopaedic Surgery*

Volume 22, Number 4, Autumn 2024  
ISSN Print 1735-2967, online 1735-2967

(Serial Number 87)

## Content

- Investigation of Causes of Re-Surgery in Patients with Previous Lumbar Spine Surgery ..... 173**  
Mohammad Kazem Emami Meybodi, MD, Seyed Saeid Daryabari, MD,  
Mohsen Motalebi, MD, Mohammad Ghalamfarsa, MD, Ali Reza Shakeri Sefat, MD,  
Amir Hosein Ghazale, MD, Hamid Hesarikia, MD
- Comparative Study of Two Molecular Methods and Culture for the Detection of  
Microbial Agents in Patients with Osteomyelitis and Septic Arthritis..... 182**  
Hossein Abdollahi, MD, Mohammad Kazem Emami Meybodi, MD, Shahram Shirvani Boroujeni, MD,  
Morteza Izadi, MD, Morteza Hosseini, MD, Sajjad Mohammadnabi, MD
- The Effect of Total Hip Arthroplasty on Clinical and Radiological Changes in  
the Sagittal Alignment of the Spine: A Retrospective Study ..... 187**  
Hamid Hesarikia, MD, Abas Hossein Por Azari, MD, Seyed Mahdi Hosseini Amir Abadi, MD,  
Mahdi Abbaszadeh, MD, Mohsen Motalebi, MD, Amir Hosein Ghazale, MD,  
Mohammad Ghalamfarsa, MD, Ali Reza Shakeri Sefat, MD, Mohammad Kazem Emami Meybodi, MD
- Investigating the Effect of Using a Drain on Changes in Fe, TIBC and  
Hb Levels in Knee Joint Replacement Surgery ..... 192**  
Mohammad Mohammadi, MD, Hosein Pirmohammadi, MD, Mahdi Raei, MD,  
Kavoos Vaziri, MD, Sadra Haji, MD, Mohsen Rahimi, MD, Amir Hosein Ghazale, MD
- Diagnostic Accuracy of Ultrasound in Detecting Elbow Fractures:  
A Comparison with Radiography and CT Scans ..... 196**  
Fakhreddin Soltani, MD, Mohammad Reza Ghane, MD, Yousef Alimohamadi, MD, Ramezan Jafari, MD,  
Amir Hosein Ghazale, MD, Mahdi Abbaszadeh, MD, Mohammad Javad Behzadnia, MD
- Adolescent Idiopathic Scoliosis: Selective Thoracolumbar/Lumbar Fusion (Review Article) ..... 203**  
Mohsen Motalebi, MD, Hamid Hesarikia, MD, Keivan Asadi, MD, Ali Reza Shakeri Sefat, MD
- Vascular Injury after Osteotomy around Knee (Case Report)..... 212**  
Mohammad Amin Heydari, MD, Mohammad Kazem Emami Meybodi, MD, Mohsen Motalebi, MD
- Nano-Hydroxyapatite: A Driving Force for Bone Tissue Regeneration  
in Orthopedic Surgery: Challenges and Future (Review Article) ..... 216**  
Mohsen Rahimi, MD, Bahram Jafarnia, MD, Kamyar Zolfkhani, MD,  
Hossein Pirmohammadi, MD, Asgar Emamgholi, MD

The software used for statistical analyses and description of the actual method should be mentioned.

Results should be presented in chronological sequence in the text, table, and illustration. Organize the results according to their importance. They should be based on your own findings.

Tables and illustrations must be cited in order which they appear in the text using Arabic numerals. Tables should be simple and should not duplicate information in the text of the paper. Figures should be provided only if they add further information. For radiographic films, scans, and other diagnostic images, as well as pictures of pathology specimens or photomicrographs, send high resolution figures in JPEG or Bitmap format. Type legends for illustrations on a separate page, and explain the internal scale and identify the method of staining in photomicrographs. Arrows should be placed for specific sections of pathology figures and radiographs.

Discussion should challenge the findings of the study with other available evidence in the form of arguments and counterarguments. It should also emphasize the new and important aspects of the study and the conclusions that follow them. Possible mechanisms or explanations for these findings should be explored. The limitations of the study and the implications of the findings for future research or clinical practice should be explored.

Conclusion should state the final result and recommendations that the author(s) has (have) reached. Such results and recommendations should be derived from the existed study and the results of other studies should not be stated in this section.

Supplementary Materials such as movie clips, questionnaires, etc., may be published on the online version of the journal.

Any technical, general, financial, and material support or contributions that need acknowledging but do not justify authorship, can be cited at the end of the text as Acknowledgments.

References should be compiled numerically according to the order of citation in the text in Vancouver style. The numbers of references should preferably not exceed 40 for original articles, 15 for brief, and 10 for case reports.

For the references credited to more than 6 authors please provide the name of the first six authors and represent the remaining authors by the phrase "et al."

For various references please refer to "the NLM style guide for authors, editors, and publishers". (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7256/>)

Listed below are sample references.

#### Journal Article:

- Gaydoss A, Duysen E, Li Y, Gilman V, Kabanov A, Lockridge O, et al. Visualization of exogenous delivery of nanoformulated butyrylcholinesterase to the central nervous system. *Chem Biol Interact.* 2010;187:295-8. doi: 10.1016/j.cbi.2010.01.005. PubMed PMID: 20060815; PubMed Central PMCID: PMC2998607.

- Javan S, Tabesh M. Action of carbon dioxide on pulmonary vasoconstriction. *J Appl Physiol.* In press 2005

#### Complete Book:

- Guyton AC: *Textbook of Medical Physiology.* 8th ed. Philadelphia, PA, Saunders, 1996.

#### Chapter in Book:

- Young VR. The role of skeletal muscle in the regulation of protein metabolism. In Munro HN, editor: *Mammalian protein metabolism.* Vol 4. San Diego; Academic; 1970. p. 585-674.

#### Language and Style:

Contributions should be in either American or British English. The text must be clear and concise, conforming to accepted standards of English style and usage. Non-native English speakers are advised to seek professional help with the language. However, the Journal is ready to collaborate to translate accepted Persian articles to English for a limited time.

All materials should be double-spaced and pages should be numbered. Abbreviations should be standard and used just in necessary cases, after complete explanations in the first usage. The editorial office reserves the right to edit the submitted manuscripts in order to comply with the journal's style. In any case, the authors are responsible for the published material.

**Correction of Errata:** The journal will publish an erratum when a factual error in a published item has been documented.

For further information please contact the Editorial Office:

**Address: 94, 6<sup>TH</sup> Floor, Keshavarz Blvd., Tehran, 14166, Iran**

**Tel: +98 21 88966583– +98 21 88983609**

**Fax: +98 21 88983610**

**Brief reports:** Should contain a non-structured abstract, 3-5 keywords, introduction, materials (patients) and methods, results, discussion, conclusion, acknowledgement (if applicable), and references sections, and maximum 2 tables and figures. However, the word count should not exceed 2000 words. 10-15 references should be stated. Case reports: Should contain a non-structured abstract, 3-5 keywords, introduction, case presentation, discussion, conclusion, acknowledgement (if applicable), and references sections, and maximum 1 table and maximum 3 figures. 5-10 references should be stated. Case reports should optimally be accompanied by relevant figures to document findings. Informed consent should be obtained from patients to report their cases. This Journal keeps the right to ask for the original signed informed consents.

**Review articles:** -Narrative reviews- Should contain at least 60 references. Abstract should be non-structured. The word count should not exceed 4500 words. Narrative reviews should critically assess the current knowledge of the field.

-Systematic reviews- Systematic reviews of RCTs or Observational Studies will be accepted by the Journal. The protocol of the study should adhere to PRISMA or MOOSE guidelines for systematic reviews of RCTs or Observational Studies, respectively. Up to 40 references can be stated. Abstracts should be structured.

**Letters to the Editor:** Letters should be less than 750 words. Letters discussing articles published in the IJOS should be submitted at most within 6 months after the publication of the main article. Letter will undergo peer review and will be edited for clarity. Up to 5 references should be stated.

**Photoclinics:** Figures that contain a significant medical point can also be accepted. Photoclinics should contain one or two high quality figures and a description of the figures no more than 500 words. Up to 5 references should be stated.

**Paper Preparations:** Cover letter should contain the rationale of performing the research and selecting the IJOS as well as a statement that you will not resubmit your article to another journal until the reviewing process will be completed. Also please indicate whether the authors have published or submitted any related papers from the same study.

Title Page of the article should include 1) the title of the article; 2) authors' names; 3) name of the institution where the work was done; 4) running title (short form of the main title presented on the top of published pages); and 5) complete mailing address, telephone/fax numbers, and email address of the corresponding author. This page is not numbered.

What's Known and What's New boxes should contain at most 50 words stating the current knowledge on the topic of your article according to previous studies (what's known), and the novel points/results that your article adds to the literature (what's new).

Abstract should be structured for original articles providing the background/objective of the study, methods, results, and conclusion. It should not exceed 250 words altogether. Number this page as page 1. Abstracts of other types of contributions should be non-structured providing the essential information.

When abstracting a review article, a concise summary of the salient points should be addressed.

Preferably, abbreviations should not be mentioned in the abstract.

Keywords are used for indexing purposes; each article should provide three to five keywords selected from the Medical Subject Headings (MeSH) <http://www.nlm.nih.gov/mesh/>.

Introduction should contain a short background of previous studies and possible gaps in the literature and specify the purpose and objective of the study or observation.

Methods section must indicate clearly the steps taken to acquire the data. Be sure that it includes only information that was available at the time the plan or protocol for the study was written. It should be detailed (including: controls, inclusion and exclusion criteria, etc) and may be separated into subsections. Repeating the details of standard techniques is best avoided.

For reports of randomized controlled trials, authors should refer to the CONSORT statement (<http://www.consort-statement.org/>). RCTs should be registered at any RCT registries approved by the WHO and their registration number should be mentioned in the title page. RCTs done in Iran must be registered at [www.irct.ir](http://www.irct.ir).

Reporting guidelines such as STROBE, STARD, and PRISMA would help report high quality research and to provide all required information and evidence for related methodology. EQUATOR Network website would help you in using these guidelines.

**Authorship:** According to the *Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing and Publication of Scholarly Work in Medical Journals*, released by the ICMJE, an “Author” is generally considered to be someone who simultaneously meets the following conditions 1, 2, 3, and 4.

1-Substantial contributions to the conception or design of the work; or the acquisition, analysis, or interpretation of data for the work; AND

2-Drafting the work or revising it critically for important intellectual content; AND

3-Final approval of the version to be published; AND

4-Agreement to be accountable for all aspects of the work in ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

**Conflict of Interest:** We request all authors and reviewers to inform us about any kinds of “Conflict of Interest” (such as financial, personal, political, or academic) that would potentially affect their judgment. Authors are preferably asked to fill the uniform disclosure form available through:  
([http://www.icmje.org/coi\\_disclosure.pdf](http://www.icmje.org/coi_disclosure.pdf))

**Plagiarism:** Authors are not allowed to utilize verbatim text of previously published papers or manuscripts submitted elsewhere. COPE’s flowcharts and guidelines are approached in cases in which plagiarism is detected.

**Data Fabrication/Falsification:** Falsification is the practice of omitting or altering research materials, data, or processes so that the results of the research are no longer accurately reflected. Fabrication is the practice of inventing data or results and reporting them in the research. Both of these misconducts are fraudulent and seriously alter the integrity of research. Therefore, articles must be written based on original data and use of falsified or fabricated data is strongly prohibited. COPE’s flowcharts and guidelines are approached in cases in which any of these two misconducts is detected. Researchers who perform randomized controlled or clinical trials (RCTs) are advised to keep their original data at hand. The Journal keeps the right to ask for raw data even after publication.

**Image Manipulation:** The IJOS encourages authors to send their original images. All digital images in manuscripts accepted for publication will be checked for inappropriate manipulation. No specific feature within an image may be enhanced, obscured, moved, removed, or introduced. Adjustments of brightness, contrast, or color balance are acceptable as long as they are applied to the entire image and do not misrepresent any information present in the original, including the background. The editors will request the original data from the authors to compare the manipulated figures in cases suspected of inappropriate manipulation.

**Copyright:** If a manuscript contains any previous published image or text, it is the responsibility of the author to obtain authorization from copyright holders. The author is required to obtain and submit the written original permission letters for all copyrighted material used in his/her manuscripts.

**Retraction Policy:** The IJOS uses the COPE flowchart for retraction of a published article to determine whether a published article should be retracted.

#### Requirements for Different Types of Articles

**Original articles:** Should contain a structured abstract, 3-5 keywords, introduction, materials (patients) and methods, results, discussion, conclusion, acknowledgement (if applicable), and references sections, and maximum 4 tables and 4 figures. The length should not exceed 3500 words excluding the references, abstract, figures and tables. 15-40 references should be stated for original articles.

**Clinical trials:** The format is similar to original articles. However, the CONSORT flow diagram should be added as a figure. RCTs should be registered at any RCT registeries approved by the WHO and their registration number should be mentioned in the title page. RCTs done in Iran must be registered at [www.irct.ir](http://www.irct.ir).

## Authors Guideline

### Instructions to Authors

**Aim and Scope:** The “Iranian Journal of Orthopaedic Surgery” (IJOS) is the official scientific quarterly publication of Iranian Orthopaedic Association. Contributions from national and international researchers are welcome and are considered on their merits. Submitted manuscripts must be written in English. Authors are advised to follow the “Instructions to Authors” while submitting their manuscripts. Manuscripts are subjected to primary screening by the Editor and then to blinded peer review by experts in the field and a final decision will then be made by the Editor. Papers are assessed according to the quality and relevance of the work, not by the country of origin, the reputation of the author, or the fame of the department. Our aim is to publish the best articles available in the field of orthopaedic surgery from anywhere in the world. This Journal accepts Original articles, Review articles (Systematic and Narrative), Short Communications, Case Reports, and Letters to the Editor in the field of Orthopaedic Surgery.

**Editorial Independence:** Although the IJOS is sponsored financially by the Iranian Orthopedic Association, it benefits from editorial freedom. The Editor evaluates and accepts articles based only on significance, originality, validity, and adherence to the aims and scope of the journal.

Our editorial policy is consistent with the principles of editorial independence presented by the World Association of Medical Editors (WAME).

[http://www.wame.org/policy-statements#Relationship between Editors and Owners](http://www.wame.org/policy-statements#Relationship%20between%20Editors%20and%20Owners)

Submission Process:

Manuscripts should be sent through the online submission system:

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

**Scientific and Initial Screening:** IJOS staff would check the structure and content of manuscripts to ensure compliance with standard structures (based on the type of study), the Journal’s scope, standard guidelines, quality, novelty, and adherence to ethical issues. In this step, articles would be screened in the shortest possible time. This step helps the Editorial Board and the Editor to make fair final decisions, and improves the final quality of published articles.

**Peer Review Process:** Submitted articles are primarily evaluated for any methodological flaws, format, and their compliance with the Journal’s instructions. Through a double-blind review, the articles will be reviewed by at least two external (peer) reviewers. Their comments will be passed to the authors and their responses to the comments along with the reviewers’ comments will then be evaluated by the Editor-in-Chief. The final review process will be discussed in regular editorial board sessions and on the basis of the comments, and the Journal’s standards, the Editor-in-Chief will decide which articles should be published.

It should be noted that articles submitted by the staff and editors of the IJOS will also be subjected to peer review and the authors will be completely blind to the evaluation process of their article until a final decision has been made.

**Ethical Considerations:** The journal follows the flowcharts and guidelines of the Committee on Publication Ethics (COPE) in confronting any ethical misbehavior. The Journal also follows the guidelines mentioned in the Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing and Publication of Scholarly Work in Medical Journals issued by the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE)

(<http://www.icmje.org/#privacy>).

Human and Animal Rights:

Studies that involve human beings (or animals) must adhere to the principles of the Declaration of Helsinki.

**Informed Consent:** All patients and participants in a study should be thoroughly informed about the aims of the study and any possible side effects of the drugs and interventions. Written informed consent from the participants or their legal guardians is necessary for any such studies. The Journal reserves the right to request the related documents. Articles that require informed consent should contain related statement in the “Method” section.



انجمن جراحان ارتوپدی ایران  
Iranian Orthopaedic  
Association

# Iranian Journal of Orthopaedic Surgery

Volume 22, Number 4, Autumn 2024  
ISSN Print 1735-2967, online 1735-2967

(Serial Number 87)

**A Publication of:** Iranian Orthopaedic Association

**Chairman:** Aalami Harandi B, MD

**Editor-in-Chief:** Shahcheraghi Gh, MD, FRCS(C)

**Deputy Editor:** Ahmadi A, MD

**Co-Editor:** Javid M, MD

**Deputy Co-Editor:** Shahrezaei M, MD

**Iranian Orthopaedic Association Board Members:**

Ebrahimpour A, MD

Fakoor M, MD

Golbakhsh M, MD

Moradi R, MD

Mortazavi SMJ, MD

Naderi M, MD

Razi M, MD

## Editorial Board:

Abdolahzadeh Lahiji F, MD. IR

Abrisham SMJ, MD. IR

Abrishami S, MD. IR

Afshar AR, MD. IR

Ahmadi A, MD. IR

Akbarnia B, MD. USA

Alami Harandi B, MD. IR

Badizadeh K, MD. IR

Baghdadi T, MD. IR

Birch J G, MD. USA

Dimeglio A, MD. Fr

Ebrahimpour A, MD. IR

Esmaeileijah AA, MD. IR

Fakour M, MD. IR

Gharehdaghi M, MD. IR

Ghazavi MT, MD, FRCS(C). IR

Hajjalilo Sami S, MD. IR

Hassan Darwish M, MD. OM

Hesarakhi S, PhD. IR

Javid M, MD. IR

Karimi Mobarakeh M, MD. IR

Kazemi SM, MD. IR

Makhmalbaf H, MD. IR

Mehdian H, MD. UK

Mehdinasab A, MD. IR

Mirzatooleei F, MD. IR

Mojtahed Jaber F, MD. IR

Mortazavi SMJ, MD. IR

Motifard M, MD. IR

Mozafarian K, MD. IR

Narvani A, MD. IR

Navali AM, MD. IR

Parvizi J, MD, FRCS. USA

Razi M, MD. IR

Saied AR, MD. IR

Shahcheraghi Gh, MD, FRCS(C). IR

Shahrezaei M, MD, IR

Sharifi H, MD. IR

Shayesteh Azar M, MD. IR

Siavashi B, MD. IR

Tahmassebi MN, MD. IR

Zamanian A, PhD. IR

Zarezadeh A, MD. IR

## Advisory Committee (For this issue):

Badizadeh K, MD. IR

Golbakhsh M, MD

Esmaeileijah AA, MD. IR

Hajjalilo Sami S, MD. IR

Hesarakhi S, PhD. IR

Abrishami S, MD. IR

**Executive Manager:** Sohrabi M, PhD

**Consultant Manager:** Khoshnood N, PhD

**Officer Chief & Co-ordinator:** Kojuri Sh

## Editorial Office:

94, 6<sup>th</sup> Floor, Keshavarz Blvd., Tehran, 14166, Iran

Tel: 00 98 21 88966583 – 88983609

Fax: 00 98 21 88983610

E-mail: [anjoman@iranoa.org](mailto:anjoman@iranoa.org)

Website: [www.ijos.org](http://www.ijos.org)

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

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