

نشریه رسمی انجمن جراحان ارتوپدی ایران (نشریه علمی - پژوهشی) دوره ۲۳، شماره ۳، تابستان ۱۴۰۴

(شماره مسلسل ۹۰)

شاپا: چاپی ۲۹۶۷-۱۷۳۵، الکترونیکی ۲۹۷۵-۱۷۳۵

دارای رتبه علمی- پژوهشی از کمیسیون نشریات علوم پزشکی کشور

صاحب امتیاز: انجمن جراحان ارتوپدی ایران

مدیر مسئول: دکتر بهادر اعلمی هرندی

سردبیر اول: دکتر غلامحسین شاهچراغی

سردبیر دوم: دکتر عزیز احمدی

کمک سردبیر اول: دکتر مهزاد جاوید

کمک سردبیر دوم: دکتر مصطفی شاهرضایی

هیئت مدیره انجمن:

دکتر عادل ابراهیم پور

دکتر محمد رازی

دکتر محمد فکور

دکتر محمدرضا گلبخش

دکتر روشنک مرادی

دکتر محمدجواد مرتضوی

دکتر محمد نصیر نادری

مشاوران (این شماره):

دکتر سلمان آذرسینا

دکتر امیرحسین کمالی نیا

دکتر سید مرتضی کاظمی

دکتر محمد تقی قضاوی

دکتر سید محمد طحامی

دکتر امین نعمتی

هیئت تحریریه: دکتر عادل ابراهیم پور، دکتر سید محمدجلیل ابریشم، دکتر سعید ابریشمی، دکتر عزیز احمدی، دکتر علی اکبر اسماعیلی چاه، دکتر بهادر اعلمی هرندی، دکتر احمدرضا افشار، دکتر بهروز اکبرنیا، دکتر کامران بدیعزاده، دکتر جان برچ، دکتر تقی بغدادی، دکتر جواد پرویزی، دکتر مهزاد جاوید، دکتر سام حاجی علیلوسامی، دکتر محمد حسن هادی درویش، دکتر سعید حصارکی، دکتر آلن دیمگیلو، دکتر محمد رازی، دکتر ابوالقاسم زارعزاده، دکتر علی زمانیان، دکتر علیرضا سعید، دکتر بابک سیاوشی، دکتر غلامحسین شاهچراغی، دکتر مصطفی شاهرضایی، دکتر مسعود شایسته آذر، دکتر حسن شریفی، دکتر محمدنقی طهماسبی، دکتر فریور عبداللهزاده لاهیجی، دکتر محمد فکور، دکتر محمد قره داغی، دکتر محمدتقی قضاوی، دکتر 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 فردین میرزا طلوعی، دکتر علی نارونی، دکتر امیرمحمد نوالی.

مدیر اجرایی: دکتر مهری سهرابی

مشاور اجرایی: دکتر نگین خشنود

سرپرستی و هماهنگی اداری: شبنم کجوری

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

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

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

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

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

شمارگان: ۱۲۰۰

لیتوگرافی: شیراز اسکندر

چاپ: مصطفوی

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

ساختمان ۹۴ - طبقه ششم، واحد ۱۲، کدپستی ۱۴۱۶۶

تلفن ۸۸۹۸۳۶۰۹، ۸۸۹۸۳۶۱۰، نامبر ۸۸۹۸۳۶۱۰

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

راهنمای نویسندگان

اهداف و دیدگاه

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

استقلال سردبیری:

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

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

روند ثبت مقالات:

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

https://ijos.ir/form_send_article.php?slc lang=en&sid=1

بررسی اولیه و علمی مقالات

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

روند همتراز داوری

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

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

مسائل اخلاقی

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

حقوق انسانی و حیوانی

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

رضایت آگاهانه:

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

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

• شرایط تألیف

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

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

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

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

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

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

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

هر کدام از قسمت‌های مقاله به روشنی قابل پاسخگویی باشد.

• تضاد منافع:

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

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

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

• سرقت ادبی:

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

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

• جعل/دستکاری داده‌ها:

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

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

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

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

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

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

• دستکاری در عکس‌های ارسالی:

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

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

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

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

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

• کپی رایت:

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

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

مدارک به دفتر ژورنال ارسال نمایند.

• سیاست باز پس گیری مقالات منتشر شده:

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

راهنما و دستورالعمل COPE پیروی می‌نمایند.

• ضروریات جهت انواع مختلف مقالات

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

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

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

- کارآزمائیه‌های بالینی: فرمت این مقالات شبیه مقالات اصیل می باشد اما دیاگرام کنسورت (consort) بعنوان یک عکس بایستی به مقاله اضافه گردد. کارآزمائیه‌های بالینی تصادفی شده بایستی در یکی از مراکز ثبت کارآزمائیه‌های بالینی تأیید شده توسط WHO ثبت شده باشد. کارآزمائیه‌های بالینی تصادفی شده انجام شده در ایران بایستی الزاماً در مرکز ثبت کارآزمائیه‌های بالینی تصادفی شده وزارت بهداشت به آدرس www.irct.ir 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 ثبت شده باشند.
- سایر دستورالعمل های گزارش انواع مختلف مطالعات از جمله STROBE, STARD و PRISMA و غیره به نویسندگان در ارائه هرچه بهتر مقالات نوشته شده کمک خواهند کرد. وب سایت EQUATOR در این زمینه می تواند کمک کننده باشد (www.equator_network.org).
 - 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.

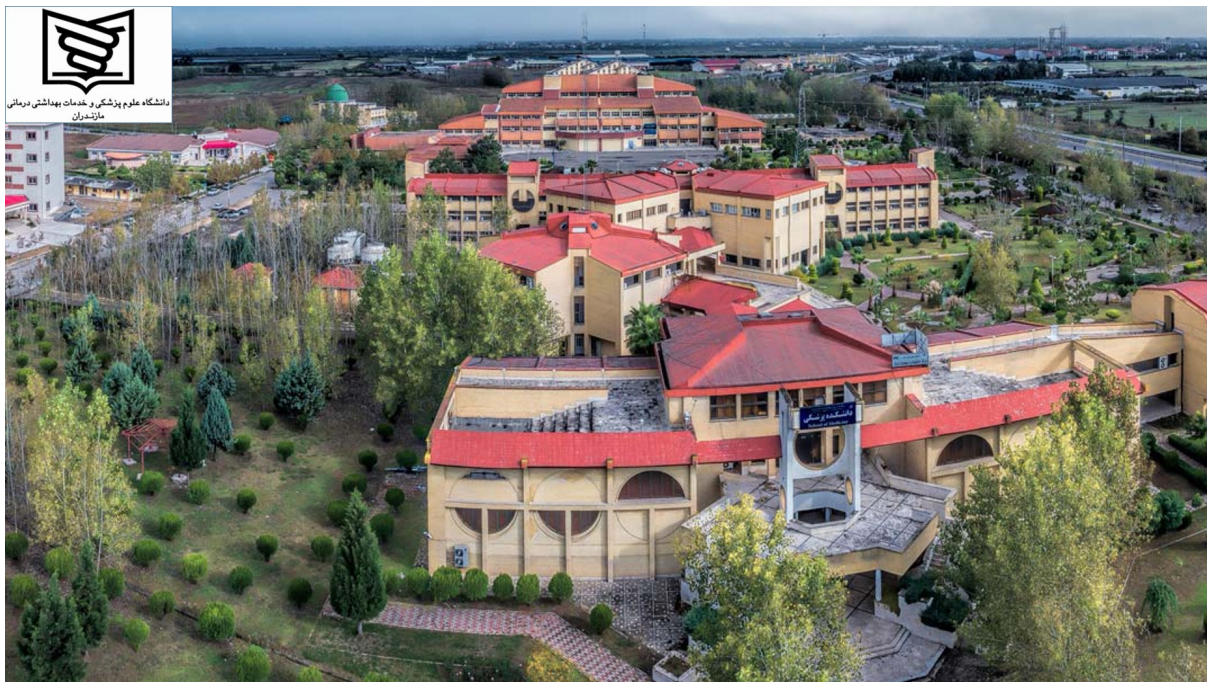
جهت کسب اطلاعات بیشتر لطفاً با دفتر مجله به آدرس ذیل مکاتبه نمایید:

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

تلفن: ۰۲۱۸۸۹۸۳۶۰۹ - ۰۲۱۸۸۹۶۶۵۸۳

دورنگار: ۰۲۱۸۸۹۸۳۶۱۰

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



مولفین مدعو این جلد: دانشگاه علوم پزشکی مازندران

فهرست

- مقایسه کیفیت زندگی در بیماران با ترومای مازور اندام تحتانی تحت آمپوتاسیون و
تحت درمان حفظ اندام یا کانسرواتیو ۹۵
دکتر سلمان غفاری، دکتر شیوا آق آتابای، دکتر مهران رضوی پور، دکتر مریم رضاپور
- افسردگی و عوامل مرتبط با آن در بیماران مبتلا به پوکی استخوان ۱۰۲
شیوا مومنی، محمد محسن حسینیان، آسیه کتوک، سیده معصومه حسینی مرزودی، عیسی نظر
- بررسی اثربخشی نوعی مکمل غذایی بر میزان درد و عملکرد مفاصل بیماران دارای استئوآرتریت زانو ۱۰۹
دکتر مسعود شایسته آذر، عیسی نظر، محمد محسن حسینیان، دکتر فاطمه فکری
- مقایسه اثرات ضد دردی دولوکستین و ممانتین پس از آرتروپلاستی کامل زانو: یک کارآزمایی بالینی
تصادفی دوسوکور با گروه کنترل دارونما ۱۱۵
دکتر آرزو باطبی، دکتر سلمان غفاری، دکتر مهران ضرغامی، سیده فاطمه احمدی محلی،
دکتر عیسی نظر، دکتر مریم رضاپور
- نتایج رادیوگرافیک جراحی گرافت استخوانی بدون پایه عروقی در جوش نخوردگی اسکافوئید ۱۲۳
دکتر مهران رضوی پور، دکتر سلمان غفاری، دکتر الهه فلاح
- مروری بر کاربرد و نقش انواع پیچ‌ها در جراحی ارتوپدی (مقاله مروری) ۱۲۸
دکتر صالح ولیدی، دکتر احسان قدیمی، دکتر سید پویا طباطبایی ایرانی، دکتر عرفان خسروی، دکتر سید هادی کلاتر
- موارد مربوط به موقعیت تثبیت شکستگی گردن فمور با هدایت فلوروسکوپی در موقعیت
دکوبیتوس جانبی در مورد با سابقه‌ی ازهم‌گسیختگی زانو (گزارش موردی) ۱۴۸
دکتر حسن براتی، دکتر مجتبی باروتکوب، دکتر امیر برزنونی، دکتر علی کیپورفرد، دکتر علی قضات فر
- تکنیک سیمان گذاری در تعویض کامل مفصل زانو (مقاله مروری) ۱۵۲
دکتر سینا امینی زاده، دکتر مهدی بیاتی، مهدی صاحبی، دکتر محمد آیتی فیروزآبادی، دکتر محمدرضا رزاق اف،
دکتر سید محمد جواد مرتضوی

مقایسه کیفیت زندگی در بیماران با ترومای مازور اندام تحتانی تحت آمپوتاسیون و تحت درمان حفظ اندام یا کانسرواتیو

چکیده:

مقدمه: در برخی موارد ترومای مازور اندام تحتانی، قطع عضو یا حفظ اندام صورت می‌گیرد. هدف از انجام این مطالعه مقایسه کیفیت زندگی در بیماران تحت آمپوتاسیون با حفظ اندام می‌باشد.

مواد و روش‌ها: مطالعه حاضر مقایسه‌ای مقطعی بوده و بیماران مبتلا به ترومای مازور اندام تحتانی که تحت آمپوتاسیون اندام تحتانی یا حفظ اندام قرار گرفته بودند پس از گذشت حداقل ۶ ماه از درمان آسیب اولیه از نظر کیفیت زندگی با استفاده از پرسشنامه SF-36 مورد مقایسه قرار گرفتند. **نتایج و بحث:** ۹۴ بیمار وارد مطالعه شدند که ۸۰/۹ درصد از بیماران در این مطالعه مرد بودند. میانگین سنی ۴۱/۵ سال (۱۸ تا ۶۴) بود. همچنین اختلاف آماری معناداری از نظر سن، جنسیت، وضعیت تأهل، تعداد فرزندان، سطح تحصیلات، سیگار کشیدن و سوءمصرف مواد و یا الکل بین گروه‌های مطالعه وجود نداشت. زیر مقیاس سلامت عمومی ($P = 0/01$) و سرزندگی (انرژی) ($P = 0/02$) به طور معناداری ۶ ماه پس از آسیب اولیه در گروه آمپوتاسیون نمرات بالاتری داشتند.

نتیجه‌گیری: در بیماران مبتلا به ترومای مازور، تلاش جهت حفظ اندام در مقابل آمپوتاسیون منجر به افزایش طول مدت بستری، تعداد موارد عفونت و جراحی مجدد می‌گردد. آمپوتاسیون پس از حداقل ۶ ماه منجر به بهبود کیفیت زندگی به ویژه در زمینه سلامت عمومی و احساس سرزندگی می‌گردد.

واژگان کلیدی: قطع عضو، کیفیت زندگی، تروما

پذیرش مقاله: ۴۲ روز قبل از چاپ

دکتر سلمان غفاری،^۱ دکتر شیوا آق آتابای،^۱ دکتر مهران رضوی پور،^۲ دکتر مریم رضاپور

مقدمه

ترومای اندام یکی از شایع‌ترین الگوهای تروما در اورژانس جراحی است. همان‌طور که آسیب‌های اندام مورد ارزیابی قرار می‌گیرند، هر یک از چهار جزء عملکردی (اعصاب، عروق، استخوان‌ها و بافت‌های نرم) باید به صورت جداگانه و با هم در نظر گرفته شوند. اگر سه عنصر از این چهار عنصر آسیب ببینند، در واقع بیمار یک اندام له^۱ شده دارد^(۱،۲). در بیشتر موارد، نجات اندام می‌تواند حتی در صورتی که بیمار دارای اندام له شده باشد، انجام شود. با این حال، گاهی اوقات، آسیب اندام تحتانی آن قدر شدید است که برای نجات جان بیمار، قطع عضو اولیه در عمل اولیه لازم است. علت تروماهای اندام به طور گسترده‌ای از سقوط و برخورد وسایل نقلیه موتوری گرفته تا آسیب‌های انفجاری و تکه تکه شدن را شامل می‌شود. بیشتر صدمات شدید اندام در غیر نظامیان به دلیل ترومای بلانت است، اما تقریباً ۱۲ درصد از آسیب‌های اندام غیر نظامی به دلیل مکانیسم‌های نافذ یا ترکیبی رخ می‌دهد^(۳). در غیر نظامیان مبتلا به ترومای غیر کشنده، صدمات اندام تحتانی شایع‌ترین دلیل بستری شدن در بیمارستان است، به طوری که بیش از یک سوم از افرادی که در بیمارستان بستری شده‌اند، آسیب‌های جدی یا تهدیدکننده اندام دارند در یک بررسی سیستماتیک از ۳۱۸۷ آسیب اندام تحتانی که نیاز به ترمیم عروقی داشتند، میزان کلی قطع عضو ثانویه ۱۰ درصد بود^(۴). در سال ۲۰۱۲، ۲۷۸۱۰۰ آسیب اندام تحتانی در بانک ملی داده تروما (NTDB)^۲ به عنوان آسیب غیر نظامی ثبت شده است^(۵). صدمات تروماتیک منجر به حدود ۳۷۰۰ قطع عضو در سال می‌شود. تصمیم برای نجات اندام یا قطع عضو اولیه دشوار است. یک الگوریتم مدیریت از انجمن ترومای غربی، پیچیدگی این تصمیم و همچنین فقدان شواهد با کیفیت بالا برای هدایت آن را نشان داده است^(۶).

۱. مرکز تحقیقات ارتوپدی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۲. دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۳. مرکز تحقیقات روانپزشکی و علوم رفتاری، انستیتو اعتیاد، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

نویسنده مسئول:
دکتر مریم رضاپور

Email address:
mr.mns.mr@gmail.com

1. mangled extremity
2. National Trauma Data Bank

صورت عدم رضایت جهت شرکت در مطالعه، اختلال سطح هوشیاری و یا $GCS < 15$ ، بیماران با آسیب نخاع، بیماران با سوختگی درجه ۳، بیمارانی که قبل از تروما قادر به راه رفتن نبوده باشند و در صورت قطع عضو هر دو اندام تحتانی بیمار در مطالعه وارد نگردید.

جهت محاسبه ی حجم نمونه از نرم افزار STATA - 16 استفاده گردید. با در نظر گرفت خطای نوع اول 0.05 و توان آزمون 90 درصد و با اعمال میانگین و انحراف معیار به دست آمده از مطالعه ی Tekin و همکارانش^(۱۸) در رابطه با کیفیت زندگی بیماران با قطع عضو $(20/35 \pm 64/38)$ یا با نجات اندام $(50/31 \pm 21/60)$ ، حجم نمونه مجموعاً 94 نفر (47 نفر در هر گروه) محاسبه گردید.

این مطالعه پس از تأیید کمیته اخلاق در پژوهش بیمارستان امام خمینی ساری انجام گردید. بیمارانی که وارد مطالعه شدند به دو دسته تقسیم بندی گردیدند. بیمارانی که از ابتدا بر اساس اندیکاسیون های ارتوپدی و تشخیص متخصص ارتوپدی تحت درمان قطع عضو اندام تحتانی قرار گرفته بودند و گروهی که به هر دلیلی اندام تحتانی حفظ شده و بیمار تحت درمان های کانزرواتیو قرار گرفته بود.

پرسشنامه فرم کوتاه SF-36 جهت بررسی کیفیت زندگی بیماران در این مطالعه استفاده شده است^(۱۹,۲۰). اعتبار و پایایی نسخه فارسی این پرسشنامه در جمعیت ایرانی توسط منتظری و همکارانش^(۲۱) مورد تأیید قرار گرفته است.

بررسی نحوه توزیع متغیرهای کمی با انجام آزمون شاپرو ویلک و جهت توصیف متغیرهای کمی با برخورداری از توزیعی نرمال از میانگین و انحراف معیار و جهت متغیرها با توزیع غیر نرمال از میان، حداقل و حداکثر استفاده شد. همچنین توصیف متغیرهای کیفی با فراوانی (درصد) بود. جهت آنالیزهای مقایسه ای در صورت توزیع نرمال داده ها در دو گروه مستقل از آزمون تی تست مستقل و در صورت توزیع غیر نرمال از آزمون من ویتنی استفاده شد. جهت بررسی متغیرهای کیفی از آزمون کای دو یا فیشر دقیق استفاده گردید. در همه موارد مقدار P Value دو طرفه کمتر از 0.05 ملاک قضاوت آماری بود. جهت انجام آزمون های آماری از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ استفاده گردید.

نتایج

۴۷ بیمار قطع عضو و ۴۷ بیمار حفظ اندام در این مطالعه بررسی شدند همگی از نظر شدت آسیب گاستیلو b2 و c2 و امتیاز منگل ۸ و بالاتر بودند. میان سنی بیماران در گروه قطع عضو ۴۱ (۱۸ تا ۶۳) سال و در گروه با حفظ اندام ۴۵ (۱۹ تا ۶۴) سال بوده است. اختلاف آماری معناداری از نظر سنی بین دو گروه مطالعه وجود نداشت ($P = 0.543$).

در گروه قطع عضو و حفظ اندام به ترتیب $87/2$ و $74/5$ درصد از بیماران مرد بودند. اختلاف آماری معناداری از نظر جنسیت بین گروه های مطالعه وجود نداشت ($P = 0.116$) (جدول ۱).

از نظر تاهل در گروه قطع عضو به ترتیب $0.76/6$ ، $14/9$ و $8/5$ درصد و در گروه بیماران با حفظ اندام به ترتیب $68/1$ ، $19/1$ و $12/8$ درصد از بیماران

اگر می توان در عمل بدون تهدید جان بیمار، نجات اندام را انجام داد، پیشنهاد می شود حتی اگر بیمار چندین عامل خطر برای از دست دادن اندام داشته باشد، برای حفظ اندام تلاش شود. این استراتژی به بیمار و خانواده یا سایر مراقبان زمان می دهد تا در صورت لزوم، قطع عضو را بپذیرند^(۷). نقاط منفی تلاش برای نجات اندام شامل خطر بالای آسیب حاد کلیوی و احتمال طولانی تر شدن بستری است، اگرچه میزان مرگ و میر مشابه است^(۸). بیمارانی که اندام به شدت له شده، قطع عضو تروماتیک یا نزدیک به قطع عضو داشته که بافت های تخریب شده دیستال به آسیب یا از دست رفتن شدید بافتی دارند، باید تحت قطع عضو قرار گیرند^(۹).

قطع عضو منجر به محدودیت های متعددی در انجام فعالیت های اجتماعی، حرفه ای و اوقات فراغت می شود^(۱۰,۱۱). در برخی موارد، قطع عضو ممکن است کیفیت زندگی و عملکرد روزانه بیمار را بهبود بخشد زیرا ایسکمی مزمن و پیشرونده اندام تحتانی یا عفونت مزمن اندام اغلب باعث درد شدید، محدودیت حرکتی و ناتوانی در کارهای روزمره می شود. در چنین مواردی، قطع عضو عملی است که در واقع سطح ناتوانی را کاهش می دهد^(۱۲,۱۳)، اما این واقعیت باقی می ماند که یکپارچگی بدن انسان مختل می شود که این امر منجر به کاهش کیفیت زندگی (QOL) همراه با کاهش تحرک، درد و یکپارچگی فیزیکی می شود و بیماران از نظر روانی و اجتماعی تحت تأثیر قرار می گیرند^(۱۰). مشکلات روانی مانند افسردگی، اضطراب و خودکشی در موارد شدید متغیر است^(۱۰,۱۴). بدیهی است که قطع اندام تحتانی، به هر دلیلی که باشد، بر جنبه های فیزیکی، عملکردی و عاطفی تأثیر قوی دارد و بر کیفیت زندگی فرد مبتلا به قطع عضو تأثیر می گذارد^(۱۵-۱۸).

هدف از انجام این مطالعه مقایسه کیفیت زندگی در بیماران با ترومای مازور اندام تحتانی، تحت درمان قطع عضو یا درمان حفظ اندام می باشد. با توجه به عوامل ذکر شده، کیفیت زندگی بر اساس فرهنگ جوامع، مسایل اقتصادی و اجتماعی متفاوت می باشد از این رو در این مقاله به بررسی کیفیت زندگی در بیماران ایرانی پرداخته شد. از طرف دیگر از آنجایی که در کشور ما امکانات مربوط به تهیه پروتز مناسب، هزینه تهیه پروتز، استیگمای ناشی از قطع عضو مساله مهمی است، بنظر می رسد مطالعه این موضوع ممکن است نتایج متفاوتی داشته باشد.

مواد و روش ها

این مطالعه، یک مطالعه مقایسه ای مقطعی (Comparative Cross-Sectional Study) می باشد.

جامعه مورد پژوهش بیماران مبتلا به ترومای مازور اندام تحتانی در بیمارستان امام خمینی ساری در سال ۱۴۰۲ و در صورت داشتن شرایط زیر بوده است: سن ۱۸ تا ۶۵ سال، حداقل ۶ ماه از درمان آسیب اولیه، عدم سابقه ابتلا به اختلال افسردگی اساسی و دیگر اختلالات روانی حاد وعدم مصرف داروهای سایکوتروپ طی ۸ هفته ی اخیر بوده است. در

حرکتی استفاده نمی کردند. در گروه بیماران با حفظ پا، ۲۹/۸ درصد از عصا و ۱۰/۶ درصد از صندلی چرخ دار استفاده می کردند. ۵۹/۶ درصد از بیماران از هیچ وسیله کمک حرکتی استفاده نمی کردند. در واقع گروه بیماران که اندامشان حفظ شده بود به طور معناداری از وسیله کمک حرکتی کمتری استفاده می کردند ($P < ۰/۰۰۱$) (جدول ۲).

از نظر نیاز به بستری مجدد در بیمارستان، ۱۰/۶ درصد از بیماران در گروه قطع عضو و ۲۹/۸ درصد از بیماران در گروه حفظ اندام بستری مجدد داشتند که این اختلاف از نظر آماری معنادار بود ($P = ۰/۰۲۱$). در حالیکه ۸۵/۱ درصد از گروه حفظ اندام بازگشت به کار داشتند این رقم فقط ۱۷ درصد در گروه قطع عضو گزارش شد و این اختلاف از نظر آماری معنادار بود ($P < ۰/۰۰۱$) (جدول ۳).

میانگین امتیاز سلامت عمومی در گروه قطع عضو و حفظ اندام به ترتیب ۶۳ و ۴۸ بوده است. در واقع به طور معناداری سلامت عمومی در گروه قطع عضو بهتر بوده است ($P = ۰/۰۰۱$). میانگین امتیاز درد، فعالیت فیزیکی، فعالیت اجتماعی، سلامت روان، محدودیت نقش فیزیکی، محدودیت نقش احساسی و خلاصه اجزای فیزیکی در دو گروه قطع عضو و حفظ اندام اختلاف آماری معناداری نداشتند ولی میانگین امتیاز سرزندگی (انرژی) در گروه بیماران با قطع اندام به طور معناداری نسبت به گروه با حفظ اندام بیشتر بود. ($P = ۰/۰۰۲$) (جدول ۴).

میانگین امتیاز خلاصه اجزای ذهنی پرسشنامه SF-36 در دو گروه قطع عضو و حفظ اندام به ترتیب $۹۱/۰۲ \pm ۵۸/۷$ و $۸۱/۲۸ \pm ۵۷/۷$ بوده است. این اختلاف از نظر آماری معنادار نبوده است ($P = ۰/۵۸۵$).

متأهل، مجرد و طلاق گرفته بودند. اختلاف آماری معناداری از نظر وضعیت تأهل بین گروه های مطالعه وجود نداشت ($P = ۰/۶۴۲$). از نظر سطح تحصیلات، در گروه قطع عضو ۸/۵، ۱۲/۸، ۱۴/۹، ۳۱/۹ و ۳۱/۹ درصد و در گروه حفظ اندام ۴/۳، ۱۰/۶، ۸/۵، ۳۱/۹ و ۴۴/۷ درصد از بیماران از نظر سطح تحصیلات به ترتیب بی سواد، ابتدایی، راهنمایی، دبیرستان و تحصیلات دانشگاهی داشتند. اختلاف آماری معناداری از نظر سطح تحصیلات بین دو گروه مطالعه وجود نداشت ($P = ۰/۶۴۲$). از نظر مصرف سیگار، الکل و سایر مواد، در گروه قطع عضو و حفظ اندام به ترتیب ۷۰/۲ و ۵۳/۲ درصد از بیماران سیگار می کشیدند. اختلاف آماری معناداری از نظر سیگار کشیدن بین دو گروه مطالعه وجود نداشت ($P = ۰/۰۹۰$). ۲۱/۳ درصد از بیماران در گروه قطع عضو و ۱۹/۱ درصد در گروه حفظ اندام، سوء مصرف مواد و یا الکل را گزارش کردند. اختلاف آماری معناداری از این نظر بین دو گروه مطالعه وجود نداشت ($P = ۰/۷۹۷$). در دو گروه قطع عضو و حفظ اندام به ترتیب ۴۸/۹ و ۴۰/۴ درصد از بیماران سابقه بیماری زمینه ای داشتند. این اختلاف از نظر آماری معنادار نبود ($P = ۰/۴۰۷$) (جدول ۱).

میانگین مدت زمان بستری در گروه قطع عضو ۲۰ روز (۲۱ تا ۴۰) و در گروه حفظ اندام ۲۶ روز (۲۲ تا ۴۵) بوده است. این اختلاف از نظر آماری معنادار بوده است ($P = ۰/۰۴۷$). تعداد موارد ابتلا به عفونت در گروه قطع عضو ۲ مورد و در گروه حفظ اندام ۳ مورد بود. در گروه بیماران با قطع عضو، ۵۵/۳ درصد از عصا، ۲۹/۸ درصد از پروتز پا و ۸/۵ درصد از صندلی چرخ دار استفاده می کردند. ۶/۴ درصد از بیماران از هیچ وسیله کمک

جدول ۱: بررسی ویژگی های دموگرافیک و مصرف سیگار و الکل در گروه های مطالعه

Chi-Square	حفظ اندام		قطع عضو		متغیر	
	درصد	تعداد	درصد	تعداد		
P-Value						
۰/۱۱۶	۷۴/۵	۳۵	۸۷/۲	۴۱	مرد	جنسیت
	۲۵/۵	۱۲	۱۲/۸	۶	زن	
۰/۶۴۲	۶۸/۱	۳۲	۷۶/۶	۳۶	متأهل	تأهل
	۱۹/۱	۹	۱۴/۹	۷	مجرد	
	۱۲/۸	۶	۸/۵	۴	طلاق	
	۱۰/۶	۵	۱۲/۸	۶	ابتدایی	
	۸/۵	۴	۱۴/۹	۷	راهنمایی	
	۳۱/۹	۱۵	۳۱/۹	۱۵	دبیرستان	
	۴۴/۷	۲۱	۳۱/۹	۱۵	دانشگاهی	
	۵۳/۲	۲۵	۷۰/۲	۳۳	بله	
۴۶/۸	۲۲	۲۹/۸	۱۴	خیر		
۰/۷۹۷	۱۹/۱	۹	۲۱/۳	۱۰	بله	مصرف مواد و یا الکل
	۸۰/۹	۳۸	۷۸/۷	۳۷	خیر	
۰/۴۰۷	۴۰/۴	۱۹	۴۸/۹	۲۳	بلی	سابقه بیماری زمینه ای
	۵۹/۶	۲۸	۵۱/۱	۲۴	خیر	

جدول ۲: بررسی از نظر سابقه بیماری زمینه‌ای و استفاده از وسیله کمک حرکتی در گروه‌های مورد مطالعه

Chi-Square	حفظ اندام		قطع عضو		متغیر
	درصد	تعداد	درصد	تعداد	
P-Value	درصد	تعداد	درصد	تعداد	
< ۰/۰۰۱	۵۹/۶	۲۸	۶/۴	۳	بدون وسیله
	۲۹/۸	۱۴	۵۵/۳	۲۶	عصا
	-	-	۲۹/۸	۱۴	پروتز پا
	۱۰/۶	۵	۸/۵	۴	صندلی چرخ دار

جدول ۳: بررسی از نظر بستری مجدد و بازگشت به کار در گروه‌های مورد مطالعه

Chi-Square	حفظ اندام		قطع عضو		متغیر
	درصد	تعداد	درصد	تعداد	
P-Value	درصد	تعداد	درصد	تعداد	
۰/۰۲۱	۲۹/۸	۱۴	۱۰/۶	۵	بلی
	۷۰/۲	۳۳	۸۹/۴	۴۲	خیر
< ۰/۰۰۱	۸۵/۱	۴۰	۱۷/۰	۸	بلی
	۱۴/۹	۷	۸۳/۰	۳۹	خیر

جدول ۴: بررسی زیر مقیاس سلامت عمومی از پرسشنامه SF-36 در گروه‌های مطالعه

Mann-Whitney	حفظ اندام			قطع عضو			متغیر
	Median	Max	Min	Median	Max	Min	
P-Value	Median	Max	Min	Median	Max	Min	
۰/۰۰۱	۴۸	۷۶	۱۰	۶۳	۷۸	۱۴	سلامت عمومی
۰/۰۷۲	۴۹	۷۳	۲	۵۱	۷۴	۳	درد
۰/۳۲۹	۵۵	۶۸	۱۸	۶۰	۷۱	۱۰	فعالیت فیزیکی
۰/۰۶۴	۵۸	۷۵	۲	۶۳	۸۲	۵	فعالیت اجتماعی
۰/۱۱۲	۵۷	۶۹	۱۸	۶۱	۷۱	۱۵	سلامت روان
۰/۳۰۰	۳۹	۶۶	۴	۵۲	۷۲	۴	محدودیت نقش فیزیکی
۰/۱۰۸	۴۱	۷۸	۳	۵۳	۷۵	۳	محدودیت نقش احساسی
۰/۰۰۲	۵۴	۷۳	۱۰	۶۴	۸۳	۱۰	سرزندگی (انرژی)
۰/۴۴۴	۵۶	۷۴	۵۰	۶۲	۷۶	۳۷	امتیاز خلاصه اجزای فیزیکی

بحث

که می‌تواند عاملی بیشتر از شدت آسیب اولیه باشد^(۲۴-۲۶). صدمات بلانت اندام با نرخ بالاتری از قطع عضو همراه است^(۲۷-۲۹). در یک بررسی، میزان قطع عضو ۱۸ درصد بود^(۲۷)، در مقایسه با ۳ درصد در مروری دیگر که عمدتاً در مورد آسیب‌های نافذ شریان فمورال بود^(۲۸). صدمات شریان پوپلیتال دارای ۱۰ تا ۱۵ درصد از دست دادن اندام است که بالاترین میزان آسیب عروقی اندام تحتانی است. هیچ عامل خطر واحدی وجود ندارد که احتمال قطع عضو تاخیری را افزایش دهد^(۴)، اما ترکیبی از علائم درد پیچیده و اختلال عملکرد عصبی به نظر می‌رسد خطر را افزایش می‌دهد، به ویژه اگر آسیب اولیه یک آسیب شدید در پا یا شکستگی دیستال تیبیا باشد. در مطالعات، نتایج عملکردی دراز مدت برای آسیب‌های

وجود آسیب اندام یک عامل تعیین کننده قابل توجه در بهبود عملکردی طولانی مدت بیمار پس از ترومای مازور است^(۳۲). در یک مطالعه طولی روی بیماران مبتلا به ترومای شدید اندام تحتانی، ۵۰ درصد دارای ناتوانی شدید مداوم در طول دوره مطالعه هفت ساله بودند^(۳۳). ویژگی‌های بیمار مرتبط با پیامدهای ضعیف تر شامل سن بالاتر، جنسیت زن، سطح تحصیلات پایین، زندگی در یک خانواده فقیر، سیگار کشیدن فعلی یا قبلی و وضعیت سلامت ضعیف قبل از تروما است^(۳۳). بهبود عملکردی تا حد زیادی به منابع اجتماعی و اقتصادی در دسترس بیمار بستگی دارد

تفاوت که این اختلاف از نظر آماری معنادار بوده است. با وجود آن که در این بررسی زیر مقیاس عملکرد فیزیکی گروه قطع عضو نمره بهتری داشتند اما این اختلاف از نظر آماری معنادار نبود. نتایج در این مورد متناقض است. در برخی مطالعات نتایج عملکردی در گروه قطع عضو از گروه نجات^(۴۵-۴۷-۵۲) و در برخی مطالعات دیگر^(۳۸،۴۵،۵۳،۵۴) نتایج عملکردی گروه نجات اندام از گروه قطع عضو بهتر بوده است. در مطالعات مشابه^(۴۹،۵۱،۵۵) با قطع عضو، میزان افسردگی در این گروه بیشتر از گروه نجات اندام بوده است؛ اما این اختلاف از نظر آماری معنادار نبوده است. در این مطالعه زیرمقیاس سلامت روانی در گروه قطع عضو در حالی که از گروه نجات بهتر بوده است اما از نظر آماری معنادار نبوده است. نتایج مطالعه ی Poutoglidou^(۴۴) و همکارانش نشان داد، میزان موارد عفونت و بروز استئومیلیت به طور معناداری در گروه قطع عضو نسبت به گروه نجات اندام کمتر بوده است. این نتایج مطابق با نتایج مطالعه حاضر است.

نتیجه گیری

در بیماران مبتلا به ترومای ماژور، تلاش جهت حفظ اندام در مقابل قطع عضو منجر به افزایش طول مدت بستری، تعداد موارد عفونت و جراحی مجدد می گردد. قطع عضو پس از حداقل ۶ ماه منجر به بهبود کیفیت زندگی در مقابل بیماران با حفظ اندام به ویژه در زمینه سلامت عمومی و احساس سرزندگی می گردد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان مراتب تقدیر و تشکر خود را از واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان امام خمینی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران جهت پشتیبانی و همکاری در طول دوره مطالعه اعلام می دارند.

منابع

- Johansen K, Daines M, Howey T, Helfet D, Hansen Jr ST. Objective criteria accurately predict amputation following lower extremity trauma. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 1990;30(5):568-573. doi: 10.2331/suisan.32.804.
- de Mestral C, Sharma S, Haas B, Gomez D, Nathens AB. A contemporary analysis of the management of the mangled lower extremity. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2013;74(2):597-560. doi: 10.2331/suisan.32.804.
- Johnson BA, Carmack D, Neary M, Tenuta J, Chen J. Operation Iraqi freedom: the Landstuhl regional medical center experience. *The Journal of foot and ankle surgery*. 2005;44(3):177-183. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2005.02.007>.
- Perkins Z, Yet B, Glasgow S, Cole E, Marsh W, Brohi K, et al. Meta-analysis of prognostic factors for amputation following surgical repair of lower extremity vascular trauma. *Journal of British Surgery*. 2015;102(5):436-450. <https://doi.org/10.1002/bjs.9689>.
- Nance M. National trauma data bank—annual report. NTDB annual report. 2013. <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-9937-8>.

شدید اندام در بیماران با نجات اندام در مقابل قطع عضو تفاوت معنی داری نداشت، اگرچه اکثر بیماران در ابتدا نجات اندام را ترجیح می دهند^(۳۰). در نهایت، نجات اندام بیمار را به بهبودی طولانی مدت با افزایش خطر عوارض و به طور بالقوه جراحی اضافی روبه رو می کند. بیمار و نزدیکان او اغلب استرس قابل توجهی را تجربه می کنند که ممکن است باعث شود بیمار که در ابتدا نجات اندام را ترجیح می داد، قطع عضو را انتخاب کند^(۳۱). در این مطالعه، عملکرد و کیفیت زندگی بیماران با قطع عضو با جراحی جهت حفظ اندام مقایسه شد که نشان دهنده ی تفاوت کیفیت زندگی (سلامت عمومی و سرزندگی) بود. افراد مبتلا به ناتوانی ناشی از قطع عضو اندام تحتانی در معرض مشکلات متعددی قرار دارند. در این مطالعه از پرسشنامه SF-36 برای ارزیابی کیفیت زندگی استفاده کرده شده است. این ابزار کاربردی و گسترده^(۳۲،۳۳) قبلا در بیماران قطع عضو استفاده و تأیید شده است^(۳۴-۳۸). Dagum و همکارانش^(۳۸) تفاوت قابل توجهی در نمرات عملکرد فیزیکی SF-36، اما نه در نمرات خلاصه ذهنی، به نفع حفظ اندام نسبت به قطع عضو پیدا کرد. از سوی دیگر، هنگامی که بیماران قطع عضو و غیر قطع عضو مقایسه شدند، نمرات SF-36 در گروه قطع عضو بدتر گزارش شد^(۳۵،۳۷،۳۹). این در حالی است که در این مطالعه، نمرات سرزندگی و سلامت عمومی بهتری در گروه قطع عضو دیده شد. بیماران قطع عضو معمولاً توسط پزشکان و محیط اجتماعی به سمت فعالیت های ورزشی تشویق می شوند. با این حال، از آن جایی که بیماران با حفظ اندام تحتانی در بین سالم و معلول طبقه بندی می شوند و معمولاً توسط پزشکان توصیه به محافظت از اندام های خود می شوند، در نهایت این افراد مستعد عدم تحرک هستند؛ بنابراین، به نظر می رسد که تفاوت در نمرات سرزندگی به این دلیل است که بیماران قطع عضو در زندگی خود بسیار فعال تر و با انگیزه تر هستند. در مطالعات به خوبی دیده شده است که بیماران با حفظ اندام ممکن است با عوارض زیادی مانند اقامت طولانی مدت در بیمارستان، عمل های متعدد و گاهی قطع اندام غیر عملکردی مواجه شوند^(۴۰-۴۲). به همین ترتیب، در این مطالعه، ۱۴ بیمار از ۴۷ بیمار نجات یافته و ۵ بیمار از ۴۷ بیمار قطع عضو برای جراحی مجدد در بیمارستان بستری شدند. نتایج متا-آنالیز Poutoglidou و همکارانش^(۴۴) و نیز مطالعه Edelman^(۴۵) نشان داد^(۴۵) که میزان بستری مجدد در گروه آمپوتاسیون به طور معناداری نسبت به گروه با حفظ اندام کمتر است. نتایج مطالعه ی Poutoglidou^(۴۴) نشان داد که طول مدت بستری در بیماران با درمان حفظ اندام بیشتر است، این در حالی است که تنها در مطالعه Fioravanti^(۴۶) این تفاوت از نظر آماری معنادار بود. در چهار مطالعه ی مشابه^(۴۳،۴۵،۴۷،۴۸)، نیاز به جراحی مجدد در گروه با درمان حفظ اندام نسبت به درمان قطع عضو بیشتر بود. نتایج متا - آنالیز Poutoglidou^(۴۴) از آنالیز ۹ مطالعه نشان داد که شمار بیشتری از بیماران در گروه با درمان حفظ اندام در مدت زمان کوتاه تری در مقابل گروه قطع عضو به کار باز می گشتند اما از نظر آماری معنادار نبوده است. نتایج مطالعه حاضر نیز در راستا با متا - آنالیز ذکر شده می باشد با این

- 6 Scalea TM, DuBose J, Moore EE, West M, Moore FA, McIntyre R, et al. Western Trauma Association critical decisions in trauma: management of the mangled extremity. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2012;72(1):86-93. <https://doi.org/10.1097/ta.0b013e318241ed70>.
- 7 Chung KC, Saddawi-Konefka D, Haase SC, Kaul G. A cost-utility analysis of amputation versus salvage for Gustilo IIB and IIC open tibial fractures. *Plastic and reconstructive surgery*. 2009; 124(6):1965-1973. <https://doi.org/10.1097/prs.0b013e3181b1bcf156>.
- 8 Tillmann BW, Guttman MP, Nathens AB, de Mestral C, Kayssi A, Haas B. The timing of amputation of mangled lower extremities does not predict post-injury outcomes and mortality: a retrospective analysis from the ACS TQIP database. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2021;91(3):447-456. <https://doi.org/10.1097/ta.0000000000003302>.
- 9 Gordon WT, O'Brien FP, Strauss JE, Andersen RC, Potter BK. Outcomes associated with the internal fixation of long-bone fractures proximal to traumatic amputations. *JBJS*. 2010;92(13):2312-2318. <https://doi.org/10.2106/jbjs.j.00138>.
- 10 Atherton R, Robertson N. Psychological adjustment to lower limb amputation amongst prosthesis users. *Disability and rehabilitation*. 2006;28(19):1201-1209. <https://doi.org/10.1080/09638280600551674>.
- 11 Quigley M, Dillon MP, Duke EJ. Comparison of quality of life in people with partial foot and transtibial amputation: a pilot study. *Prosthetics and Orthotics International*. 2016;40(4):467-474. <https://doi.org/10.1177/0309364614568414>.
- 12 Grzebień A, Chabowski M, Malinowski M, Uchmanowicz I, Milan M, Janczak D. Analysis of selected factors determining quality of life in patients after lower limb amputation-a review article. *Polish Journal of Surgery*. 2017;89(2):57-61. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0009.8980>.
- 13 Noszczyk W. *Chirurgia tętnic i żył obwodowych*: Wydawnictwo Lekarskie PZWL; 1998. <https://doi.org/10.5114/nan.2024.147066>.
- 14 Horgan O, MacLachlan M. Psychosocial adjustment to lower-limb amputation: a review. *Disability and rehabilitation*. 2004;26(14-15):837-850. <https://doi.org/10.1080/09638280410001708869>.
- 15 Meatherall BL, Garrett MR, Kaufert J, Martin BD, Fricke MW, Arneja AS, et al. Disability and quality of life in Canadian aboriginal and non-aboriginal diabetic lower-extremity amputees. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2005;86(8):1594-1602. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2004.11.026>.
- 16 Frieden RA. The geriatric amputee. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*. 2005;16(1):179-195. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2004.06.004>.
- 17 Thompson DM, Haran D. Living with an amputation: What it means for patients and their helpers. *International Journal of Rehabilitation Research*. 1984;7(3):283-292. <https://doi.org/10.1097/00004356-198409000-00003>.
- 18 Tekin L, Safaz Ý, Göktepe AS, Yazıcıođlu K. Comparison of quality of life and functionality in patients with traumatic unilateral below knee amputation and salvage surgery. *Prosthetics and orthotics international*. 2009 Mar;33(1):17-24. <https://doi.org/10.1080/03093640802482542>.
- 19 Torre F, Martín-Corral J, Callejo A, Gómez-Vega C, La Torre S, Vallejo R, et al. Calidad de vida relacionada con la salud y estrategias de afrontamiento ante el dolor en pacientes atendidos por una unidad de tratamiento del dolor. *Revista de la sociedad española del dolor*. 2008;15(2):83-93. [https://doi.org/10.1016/s1134-8046\(10\)70025-2](https://doi.org/10.1016/s1134-8046(10)70025-2).
- 20 Vilagut G, Ferrer M, Rajmil L, Rebollo P, Permanyer-Miralda G, Quintana JM, et al. El Cuestionario de Salud SF-36 español: una década de experiencia y nuevos desarrollos. *Gaceta sanitaria*. 2005;19:135-150. <https://doi.org/10.1157/13074369>.
- 21 Montazeri A, Gashtasebi A, Vahdaninia M. Translation, reliability and validity of Persian tool by SF-36. *J Payesh*. 2006;5(1):49-56. <https://doi.org/10.1080/09286580600826512>.
- 22 Seekamp A, Regel G, Tscherne H. Rehabilitation and reintegration of multiply injured patients: an outcome study with special reference to multiple lower limb fractures. *Injury*. 1996;27(2):133-138. [https://doi.org/10.1016/0020-1383\(95\)00178-6](https://doi.org/10.1016/0020-1383(95)00178-6).
- 23 MacKenzie EJ, Bosse MJ, Pollak AN, Webb LX, Swiontkowski MF, Kellam JF, et al. Long-term persistence of disability following severe lower-limb trauma: results of a seven-year follow-up. *JBJS*. 2005;87(8):1801-1809. <https://doi.org/10.2106/00004623-200508000-00020>.
- 24 Perkins Z, De'Ath H, Sharp G, Tai N. Factors affecting outcome after traumatic limb amputation. *Journal of British Surgery*. 2012;99(Supplement_1):75-86. <https://doi.org/10.1002/bjs.7766>.
- 25 Khan F, Amatya B, Hoffman K. Systematic review of multidisciplinary rehabilitation in patients with multiple trauma. *Journal of British Surgery*. 2012;99(Supplement_1):88-96. <https://doi.org/10.1002/bjs.7776>.
- 26 Cannada LK, Jones AL. Demographic, social and economic variables that affect lower extremity injury outcomes. *Injury*. 2006;37(12):1109-1116. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2006.07.016>.
- 27 Rozycki GS, Tremblay LN, Feliciano DV, McClelland WB. Blunt vascular trauma in the extremity: diagnosis, management, and outcome. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2003;55(5):814-824. <https://doi.org/10.1097/01.ta.0000087807.44105.ae>.
- 28 Asensio JA, Kuncir EJ, García-Núñez LM, Petrone P. Femoral vessel injuries: analysis of factors predictive of outcomes. *Journal of the American College of Surgeons*. 2006;203(4):512-520. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2006.06.020>.
- 29 Scalea JR, Crawford R, Scurci S, Danquah J, Sarkar R, Kufera J, et al. Below-the-knee arterial injury: the type of vessel may be more important than the number of vessels injured. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2014;77(6):920-925. <https://doi.org/10.1097/ta.0000000000000458>.
- 30 Helgeson MD, Potter BK, Burns TC, Hayda RA, Gajewski DA. Risk factors for and results of late or delayed amputation following combat-related extremity injuries. *Orthopedics*. 2010;33(9). <https://doi.org/10.3928/01477447-20100722-02>.
- 31 Busse JW, Jacobs CL, Swiontkowski MF, Bosse MJ, Bhandari M, Group E-BOTW. Complex limb salvage or early amputation for severe lower-limb injury: a meta-analysis of observational studies. *Journal of orthopaedic trauma*. 2007;21(1):70-76. <https://doi.org/10.3928/01477447-20100722-02>.

- 32 Aydemir Ö. Konsültasyon-Liyezon psikiyatrisinde yaşam kalitesi ölçümü: Kısa Form-36 (SF-36). *Psikiyatri Psikoloji Psikofarmakoloji Dergisi*. 1999;7(2):14-23. <https://doi.org/10.21673/anoloklin.1419384>.
- 33 Brazier JE, Harper R, Jones N, O'cathain A, Thomas K, Usherwood T, et al. Validating the SF-36 health survey questionnaire: new outcome measure for primary care. *British medical journal*. 1992;305(6846):160-164. <https://doi.org/10.1136/bmj.305.6846.160>
- 34 Fairhurst MJ. The Function of Below-Knee Amputee Versus the Patient With Salvaged Grade I11 Tibia1 Fracture. *Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007)*. 1994;301:227-232. <https://doi.org/10.1097/00003086-199404000-00035>
- 35 Gunawardena NS, de Alwis Seneviratne R, Athauda T. Functional outcomes of unilateral lower limb amputee soldiers in two districts of Sri Lanka. *Military Medicine*. 2006;171(4):283-287. <https://doi.org/10.7205/milmed.171.4.283>
- 36 Gunawardena N, Seneviratne SdA, Atauda T. An approach to validation of a multi-dimensional tool. *J Coll Community Physicians Sri Lanka*. 2003;8:18-26. <https://doi.org/10.4038/jccpsl.v8i1.8302>
- 37 Pezzin LE, Dillingham TR, MacKenzie EJ. Rehabilitation and the long-term outcomes of persons with trauma-related amputations. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2000;81(3):292-300. [https://doi.org/10.1016/s0003-9993\(00\)90074-1](https://doi.org/10.1016/s0003-9993(00)90074-1)
- 38 Dagum AB, Best AK, Schemitsch EH, Mahoney JL, Mahomed MN, Blight KR. Salvage after severe lower-extremity trauma: are the outcomes worth the means? *Plastic and reconstructive surgery* 1999;103(4): 1212-1220. <https://doi.org/10.1097/00006534-199904010-00017>
- 39 Smith DG, Horn P, Malchow D, Boone DA, Reiber GE, Hansen ST. Prosthetic history, prosthetic charges, and functional outcome of the isolated, traumatic below-knee amputee. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 1995;38(1):44-47. <https://doi.org/10.1097/00005373-199501000-00013>
- 40 HANSEN JR ST. Overview of the severely traumatized lower limb reconstruction versus amputation. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*. 1989;243:17-19. <https://doi.org/10.1097/00003086-198906000-00003>
- 41 Moore T, Green S, Garland D. Severe trauma to the lower extremity: long-term sequelae. *Southern medical journal*. 1989;82(7):843-844. <https://doi.org/10.1097/00007611-198907000-00012>
- 42 Hansen Jr S. The type-IIIC tibial fracture. Salvage or amputation. *JBJS*. 1987;69(6):799-800. <https://doi.org/10.2106/00004623-198769060-00001>
- 43 Bosse MJ, MacKenzie EJ, Kellam JF, Burgess AR, Webb LX, Swiontkowski MF, et al. An analysis of outcomes of reconstruction or amputation after leg-threatening injuries. *New England Journal of Medicine*. 2002;347(24):1924-1931. <https://doi.org/10.1056/nejmoa012604>
- 44 Poutoglidou F, Khan R, Krkovic M. Amputation versus reconstruction in severe lower extremity injury: a systematic review and meta-analysis. *Archives of Bone and Joint Surgery*. 2023;11(6):378. <https://doi.org/10.7759/cureus.29222>
- 45 Edelstein D, Florescu I. Crushing injuries of the foot and ankle, with complex open fractures: result of a prospective study with a 3 year follow-up. *Journal of medicine and life*. 2016;9(3):255. <https://doi.org/10.1177/2473011418s00388>
- 46 Fioravanti M, Maman P, Curvale G, Rochwerger A, Mattei J-C. Amputation versus conservative treatment in severe open lower-limb fracture: A functional and quality-of-life study. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. 2018;104(2):277-281. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2017.12.013>
- 47 Georgiadis GM, Behrens FF, Joyce MJ, Earle AS, Simmons AL. Open tibial fractures with severe soft-tissue loss. Limb salvage compared with below-the-knee amputation. *JBJS*. 1993;75(10):1431-1441. <https://doi.org/10.2106/00004623-199310000-00003>
- 48 Higgins TF, Klatt JB, Beals TC. Lower Extremity Assessment Project (LEAP)—the best available evidence on limb-threatening lower extremity trauma. *Orthopedic Clinics*. 2010;41(2):233-239. <https://doi.org/10.1016/j.ocl.2009.12.006>
- 49 Frisch HM, Andersen CRC, Mazurek CMT, Ficke CJR, Keeling CJ, Pasquina CPF, et al. The Military Extremity Trauma Amputation/Limb Salvage (METALS) study: outcomes of amputation versus limb salvage following major lower-extremity trauma. *JBJS*. 2013;95(2):138-145. <https://doi.org/10.2106/jbjs.k.00734>
- 50 Ellington JK, Bosse MJ, Castillo RC, MacKenzie EJ, Group LS. The mangled foot and ankle: results from a 2-year prospective study. *Journal of orthopaedic trauma*. 2013;27(1):43-48. <https://doi.org/10.1097/bot.0b013e31825121b6>
- 51 Laddow P, Phillip R, Coppack R, Etherington J, Bilzon J, McGuigan MP, et al. Influence of immediate and delayed lower-limb amputation compared with lower-limb salvage on functional and mental health outcomes post-rehabilitation in the UK military. *JBJS*. 2016;98(23):1996-2005. <https://doi.org/10.2106/jbjs.15.01210>
- 52 Barla M, Gavanier B, Mangin M, Parot J, Bauer C, Mainard D. Is amputation a viable treatment option in lower extremity trauma? *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* 2017;103(6):971-975. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2017.05.022>
- 53 Hertel R, Strebler N, Ganz R. Amputation versus reconstruction in traumatic defects of the leg: outcome and costs. *Journal of orthopaedic trauma*. 1996;10(4):223-229. <https://doi.org/10.1097/00005131-199605000-00001>
- 54 Hoogendoorn J, van der Werken C. Grade III open tibial fractures: functional outcome and quality of life in amputees versus patients with successful reconstruction. *Injury*. 2001;32(4):329-334. [https://doi.org/10.1016/s0020-1383\(00\)00250-3](https://doi.org/10.1016/s0020-1383(00)00250-3)
- 55 Demiralp B, Ege T, Kose O, Yurttas Y, Basbozkurt M. Amputation versus functional reconstruction in the management of complex hind foot injuries caused by landmine explosions: a long-term retrospective comparison. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*. 2014;24:621-626. <https://doi.org/10.1007/s00590-013-1345-4>

افسردگی و عوامل مرتبط با آن در بیماران مبتلا به پوکی استخوان

چکیده:

مقدمه: پوکی استخوان در حال حاضر یک مشکل بهداشت عمومی بوده و به‌عنوان بیماری خاموش قرن شناخته می‌شود. عوارض پوکی استخوان بر زندگی افراد تأثیر گذاشته و منجر به اضطراب و افسردگی می‌شود؛ بنابراین هدف اصلی مطالعه حاضر، تعیین فراوانی علائم افسردگی و عوامل مرتبط با آن در این بیماران است.

مواد و روش‌ها: پژوهش حاضر یک مطالعه مقطعی-تحلیلی است که بر روی ۳۵ بیمار مبتلا به پوکی استخوان که در سال ۱۴۰۳ به کلینیک پوکی استخوان بیمارستانی آموزشی مراجعه کرده بودند انجام شد. اطلاعات بیماران با استفاده از یک چک‌لیست محقق ساخته و پرسشنامه اضطراب و افسردگی هاسپیتال جمع‌آوری شدند. تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS ۲۰ در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام شد.

نتایج و بحث: از ۳۵ بیمار مورد مطالعه، در ۲۴ (۶۸/۵۷ درصد) بیمار علائم افسردگی مشاهده شد. ۳۲ (۹۱/۴۰ درصد) بیمار زن و ۳ (۸/۶۰ درصد) بیمار نیز مرد بودند. علائم افسردگی در ۶۵/۶۰ درصد از زنان و همه مردان مشاهده شد. میانگین سنی کلی بیماران $63/6 \pm 8/80$ سال بود. ۷ (۴۶/۷۰ درصد) نفر از بیماران مبتلا به دیابت و ۱۷ (۸۵/۰۰ درصد) نفر از بیماران بدون دیابت علائم افسردگی داشتند و ارتباط آماری معناداری بین دیابت و علائم افسردگی در این بیماران مشاهده شد ($P < 0/05$)؛ اما ارتباط آماری معناداری بین سایر متغیرها با علائم افسردگی یافت نشد ($P > 0/05$).

نتیجه‌گیری: یافته‌های حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که فراوانی علائم افسردگی در بیماران مبتلا به پوکی استخوان بالا است از این رو بایستی به عنوان یک عامل مهم در درمان پوکی استخوان در نظر گرفته شود.

واژگان کلیدی: پوکی استخوان، افسردگی، دانسیتومتری

پذیرش مقاله: ۳۵ روز قبل از چاپ

شیوا مومنی،^۱ محمد محسن حسینیان،^۲ آسیه کتوک،^۳ سیده معصومه حسینی مرزودی،^۴ آعیسی نظر

مقدمه

پوکی استخوان یکی از بیماری‌های مهم غیرواگیر و از شایع‌ترین بیماری‌های استخوانی است که یک سوم از زنان و یک پنجم از مردان بالای ۵۰ سال در سراسر جهان به آن مبتلا می‌شوند^(۱). پوکی استخوان (استئوپروز) یک اختلال اسکلتی سیستمیک است که با کاهش توده‌ی استخوانی و تغییرات کیفی (ساختار macro و micro، خواص مواد استخوانی) همراه بوده و سبب افزایش خطر شکستگی می‌شود. با توجه به میزان شیوع و گستردگی آن در سراسر جهان، هم‌اکنون پوکی استخوان به‌عنوان یک نگرانی جدی برای سلامت عمومی محسوب می‌شود^(۲,۳). پوکی استخوان اولیه بعد از یائستگی (post menopausal osteoporosis) و یا با افزایش سن (senile osteoporosis) اتفاق می‌افتد و پوکی استخوان ثانویه بواسطه‌ی شماری از بیماری‌ها یا داروها رخ می‌دهد^(۴). طبق تعریف سازمان بهداشت جهانی (WHO)، در پوکی استخوان (BMD) Bone Marrow Density با شاخص $T\text{-score} \leq -2.5$ در نظر گرفته می‌شود^(۵). تخمین زده می‌شود که در سراسر جهان حدود ۲۰۰ میلیون زن درگیر بیماری پوکی استخوان هستند (تقریباً یک دهم زنان ۶۰ ساله، یک پنجم زنان ۷۰ ساله، دو پنجم زنان ۸۰ ساله و دو سوم زنان ۹۰ ساله). همچنین تعداد مبتلایان به پوکی استخوان در اروپا، ایالات متحده آمریکا و ژاپن ۷۵ میلیون نفر برآورد شده است^(۶). مطالعات نشان داده است که آسیایی‌ها پایین‌ترین BMD را در مقایسه با سایر نژادها دارند^(۷). در مطالعه‌ی بذرفشان و همکاران در سال ۱۳۸۷ شیوع استئوپروز در بیماران مراجعه‌کننده به مرکز دانسیتومتری شهر گرگان در ناحیه‌ی کمری ۳۳/۷۰ درصد و در ناحیه‌ی فمور ۱۶/۷۰ برآورد شد^(۸). در کشور ایران آمارهای ارائه شده مبین این مطلب هستند که از هر ۴ زن ایرانی بالای ۵۰ سال، یک نفر به پوکی استخوان مبتلاست^(۹). بررسی‌های انجام شده تا کنون مبین ارتباط افسردگی و استئوپروز است و به ارتباط علت و معلولی آنها اشاره کرده‌اند^(۱۰,۱۱).

۱. گروه روانشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهر، اهر، ایران
 ۲. مرکز تحقیقات ارتوپدی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
 ۳. مرکز تحقیقات روانپزشکی و علوم رفتاری، پژوهشکده اعتیاد؛ دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

نویسنده مسئول:

آعیسی نظر

Email address:

isa.nazar89@gmail.com

تحقیقات ارتوپدی دانشگاه علوم پزشکی مازندران. (۲) پرسشنامه مقیاس اضطراب و افسردگی هاسپیتال. به منظور گردآوری مشخصات دموگرافیک و بالینی از یک چک لیست محقق ساخته که شامل متغیرهای سن، جنسیت، مصرف مواد مخدر، مصرف سیگار، مصرف کورتون، شکستگی فعلی، یافته‌های حاصل از آزمایش سنجش تراکم استخوان شامل T-score Total Hip (Th)، T-score spine و T-score Femoral Neck (FN) و همچنین ابتلا به بیماری‌های دیابت، پرفشاری خون، تیروئید، قلبی و آرتروز روماتوئید است استفاده گردید.

مقیاس اضطراب و افسردگی هاسپیتال (HADS)

یک ابزار خود گزارشی ۱۴ آیتمی است که برای بررسی وجود و شدت نشانه‌های افسردگی و اضطراب در بیماران طراحی شده است. این ابزار یک زیر مقیاس افسردگی هفت جزئی و یک زیر مقیاس اضطرابی هفت قسمتی دارد که در هر دوی آنها برای کاستن احتمالی تشخیص‌های مثبت-کاذب (False-positive) نشانه‌های جسمی را حذف کرده‌اند. هر سوال چهار جواب به صورت اغلب اوقات تا هیچ وقت دارد و به صورت ۰، ۱، ۲ و ۳ نمره گذاری می‌شوند. مولفان نمره ۱۱ را به عنوان نقطه برش پیشنهاد کرده‌اند که نمره‌های بالاتر از آن از اهمیت بالینی برخوردارند. پایایی و روایی این پرسشنامه در ایران توسط کاویانی و همکاران^(۱۹) بررسی شده و بومی سازی شده است. مقدار آلفای کرونباخ برای کل سوالات پرسشنامه ۰/۹۱، زیرمقیاس افسردگی ۰/۷۰ و زیر مقیاس اضطراب ۰/۸۵ بود.

تجزیه و تحلیل آماری

توصیف اطلاعات گردآوری شده به وسیله شاخص‌های مرکزی و پراکندگی نظیر گزارش میانگین و انحراف معیار برای متغیرهای کمی و فراوانی (درصد) برای متغیرهای کیفی انجام شد. پیش از انجام آزمون‌های آماری، ابتدا فرض نرمال بودن متغیرهای کمی با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف ارزیابی شدند. در ادامه در صورت نرمال بودن توزیع متغیرهای کمی، برای مقایسه میانگین‌ها بین دو گروه بیماران با و بدون افسردگی از آزمون تی مستقل و در غیر اینصورت از آزمون ناپارامتری من-ویتنی استفاده گردید. همچنین به منظور سنجش ارتباط بین متغیرهای کیفی از آزمون‌های کی دو یا دقیق فیش استفاده شد. تمامی تحلیل‌ها در نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ در سطح معنی داری ۰/۰۵ انجام شده است.

نتایج

در این پژوهش ۳۵ بیمار مبتلا به پوکی استخوان از نظر داشتن علائم افسردگی مورد مطالعه قرار گرفتند. علائم افسردگی در ۲۴ (۶۸/۵۷ درصد) نفر از بیماران تحت مطالعه مشاهده شد. مشخصات دموگرافیک و بالینی بیماران در جدول ۱ و ۲ ارائه شده است. همانطور

همچنین شواهد حاکی از این است که سیتوکین‌های پیش التهابی مشترک، از جمله IL-1B، INF، TNF α و IL-6 به عنوان واسطه‌های کلیدی بین افسردگی و بالا رفتن میزان عوارض پزشکی، از جمله پوکی استخوان هستند^(۱۳). مصرف داروهای Selective Serotonin Reuptake Inhibitors (SSRI) برای درمان افسردگی نیز در ابتلا به پوکی استخوان نقش دارند^(۱۴). براساس دستورالعمل انجمن درمان خلقی و اضطرابی کانادا (CAN-MAT) بیماران مبتلا به افسردگی با مصرف بیش از ۲ سال از داروهای ضد افسردگی یا سن بیش از ۴۰ سال و همچنین افراد با مصرف سیگار بایستی از نظر دانسیته استخوانی غربالگری شوند^(۱۴،۱۵). یافته‌های حاصل از مطالعه وی شنگ لی و همکاران^(۱۶) که در تایوان انجام داده بودند نشان داد که شانس ابتلا به پوکی استخوان در بیماران در بیماران مبتلا به افسردگی ۱/۳۰ برابر بیماران غیر افسرده است. همچنین پژوهش دیگری به وجود ارتباط معنادار میان کاهش تراکم استخوانی و افسردگی اشاره کرده است^(۱۷). در ایران نیز سپهرمنش و همکاران^(۱۸) شیوع افسردگی در بین بیماران مبتلا به پوکی استخوان را ۵۷/۳۰ درصد بیان کرده‌اند و ارتباط معناداری بین سابقه خانوادگی افسردگی و مصرف داروهای روانپزشکی با علائم افسردگی مشاهده کرده‌اند. از این رو با توجه به تاثیر مستقیم و قابل توجه این دو بیماری بر کیفیت زندگی بیماران و همچنین با توجه به نتایج متناقض مطالعات در مورد ارتباط بین افسردگی و پوکی استخوان، مطالعه حاضر با هدف تعیین فراوانی علائم افسردگی و عوامل مرتبط با آن در بیماران مبتلا به پوکی استخوان طرح ریزی گردید.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر از نوع مقطعی-تحلیلی است و بر روی ۳۵ بیمار مبتلا به پوکی استخوان که در سال ۱۴۰۳ به کلینیک پوکی استخوان بیمارستان امام خمینی (ره) شهرستان ساری مراجعه کرده و اطلاعات آنها در مرکز رجستری پوکی استخوان دانشگاه علوم پزشکی مازندران ثبت شده بودند انجام شد. در این مرکز بیمارانی که به دلیل شکستگی با ضربه low energy و پوکی استخوان مراجعه می‌کنند پس از تشخیص قطعی پوکی استخوان با استفاده از آزمایش سنجش تراکم استخوان رجستری شده و ادامه فرآیند درمان تخصصی آنها صورت می‌گیرد. بیماران با روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب و وارد پژوهش شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل (۱) تشخیص قطعی پوکی استخوان. (۲) رضایت آگاهانه. (۳) داشتن شکستگی با ضربه low energy بودند. معیارهای خروج نیز عبارتند از: (۱) وجود مقادیر گمشده در اطلاعات ثبت شده در سامانه. (۲) ناقص بودن پرسشنامه‌ها. (۳) عدم تمایل به شرکت در مطالعه.

ابزار گردآوری داده‌ها

اطلاعات بیماران مشتمل بر دو بخش زیر است: (۱) اطلاعات ثبت شده در برنامه OSTEOPAD (FLS) و برنامه رجستری پوکی استخوان مرکز

مصرف داروهای ضد افسردگی مشاهده شد. براساس نتایج حاصل از آزمون دقیق فیشر، ارتباط آماری معناداری بین مصرف داروهای ضد افسردگی با وجود علائم افسردگی در بیماران مبتلا به پوکی استخوان یافت نشد ($P > 0/05$).

علاوه براین، یافته‌های حاصل از تجزیه و تحلیل‌های آماری نشان داد که ارتباط معناداری بین ابتلا به بیماری‌های پرفشاری خون، تیروئید، قلبی و آرتریت روماتوئید با وجود علائم افسردگی در بیماران مبتلا به پوکی استخوان وجود ندارد ($P > 0/05$).

شیوع علائم افسردگی برحسب محل شکستگی فعلی بیماران در جدول ۳ آمده است. علائم افسردگی در ۶۰ درصد بیماران با شکستگی فعلی در ناحیه رادیوس، ۵۰ درصد بیماران با شکستگی فعلی در ناحیه مچ دست یا پا، ۷۰ درصد بیماران با شکستگی فعلی در ناحیه مهره کمری و همه بیمارانی که شکستگی فعلی در سایر نواحی داشتند مشاهده شد. نتایج تجزیه و تحلیل‌های آماری نشان داد که ارتباط آماری معناداری بین محل شکستگی فعلی و علائم افسردگی وجود ندارد ($P > 0/05$).

یافته‌های حاصل از آزمایش سنجش تراکم استخوان شامل مقادیر T-score spine، T-score Total Hip (Th) و T-score spine (FN) برحسب علائم افسردگی (دارد / ندارد) در شکل ۱ ارایه شده است. همانطور که مشاهده می‌کنیم میانگین مقادیر T-score Th، T-score spine و T-score FN در بیماران با علائم افسردگی کمتر از بیماران بدون علائم افسردگی می‌باشد ولی اختلاف مشاهده شده بین آنها از نظر آماری معنی دار نیست ($P > 0/05$).

که ملاحظه می‌شود ۳۲ (۹۱/۴۰ درصد) بیمار زن و ۳ (۸/۶۰ درصد) بیمار نیز مرد بودند. علائم افسردگی در ۶۵/۶۰ درصد از زنان و همه مردان مشاهده شد. نتایج حاصل از آزمون دقیق فیشر نشان داد که ارتباط آماری معناداری بین جنسیت با داشتن علائم افسردگی وجود ندارد ($P > 0/05$). میانگین سنی کلی بیماران تحت مطالعه $63/6 \pm 86/80$ سال بود و میانگین سنی بیماران با و بدون علائم افسردگی نیز به ترتیب $63/6 \pm 67/67$ سال و $64/7 \pm 27/40$ سال بودند. نتایج حاصل از آزمون من-ویتنی نشان داد که اختلاف آماری معناداری در میانگین سنی بیماران بین این دو گروه وجود ندارد ($P > 0/05$). همچنین مصرف مواد مخدر (۶۷/۷۰ درصد در مقابل ۷۵/۰۰ درصد) و مصرف سیگار (۶۷/۶۰ درصد در مقابل ۱۰۰/۰۰ درصد) نیز ارتباط آماری معناداری با داشتن علائم افسردگی نداشتند ($P > 0/05$). علاوه براین براساس نتایج حاصل از آزمون دقیق فیشر، ارتباط آماری معناداری بین مصرف کورتون و شکستگی فعلی با داشتن علائم افسردگی در بیماران مبتلا به پوکی استخوان یافت نشد ($P > 0/05$) (جدول ۱ و ۲).

۷ (۴۶/۷۰ درصد) نفر از بیماران مبتلا به دیابت علائم افسردگی داشتند و در بین بیماران بدون دیابت نیز در ۱۷ (۸۵/۰۰ درصد) بیمار علائم افسردگی مشاهده شد.

طبق نتایج حاصل از آزمون کی دو، ارتباط معناداری بین ابتلا به دیابت و وجود علائم افسردگی در بیماران مبتلا به پوکی استخوان وجود دارد ($P < 0/05$). علاوه بر این، علائم افسردگی در ۷۳/۱۰ درصد از بیمارانی که مصرف داروهای ضد افسردگی نداشتند و در ۵۵/۶۰ درصد بیماران با

جدول ۱: ارزیابی ارتباط مشخصات دموگرافیک و جمعیت شناختی بیماران با داشتن علائم افسردگی

P-value	علائم افسردگی		کل	متغیر	
	دارد	ندارد			
۰/۷۸	$61/67 \pm 63/67$	$71/40 \pm 64/27$	$61/80 \pm 63/86$	انحراف معیار \pm میانگین	سن
۰/۵۳	۲۱ (۶۵/۶۰)	۱۱ (۳۴/۴۰)	۳۲ (۱۰۰/۰۰)	زن	جنسیت
	۳ (۱۰۰/۰۰)	۰ (۰/۰۰)	۳ (۱۰۰/۰۰)	مرد	
۰/۹۹	۲۱ (۶۷/۷۰)	۱۰ (۳۲/۳۰)	۳۱ (۱۰۰/۰۰)	ندارد	مصرف مواد مخدر
	۳ (۷۵/۰۰)	۱ (۲۵/۰۰)	۴ (۱۰۰/۰۰)	دارد	
۰/۹۹	۲۳ (۶۷/۶۰)	۱۱ (۳۲/۴۰)	۳۴ (۱۰۰/۰۰)	ندارد	مصرف سیگار
	۱ (۱۰۰/۰۰)	۰ (۰/۰۰)	۱ (۱۰۰/۰۰)	دارد	
۰/۲۹	۲۲ (۷۳/۳۰)	۸ (۲۶/۷۰)	۳۰ (۱۰۰/۰۰)	ندارد	مصرف کورتون
	۲ (۴۰/۰۰)	۳ (۶۰/۰۰)	۵ (۱۰۰/۰۰)	دارد	
۰/۷۱	۱۴ (۷۳/۷۰)	۵ (۲۶/۳۰)	۱۹ (۱۰۰/۰۰)	ندارد	شکستگی فعلی
	۱۰ (۶۲/۵۰)	۶ (۳۷/۵۰)	۱۶ (۱۰۰/۰۰)	دارد	

* معنی دار در سطح ۰/۰۵. مقادیر جدول به صورت فراوانی (درصد) گزارش شده‌اند.

جدول ۲: مقایسه توزیع فراوانی مشخصات بالینی بین بیماران مبتلا به پوکی استخوان با و بدون علائم افسردگی

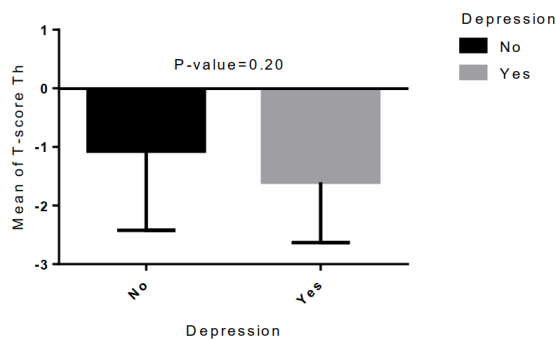
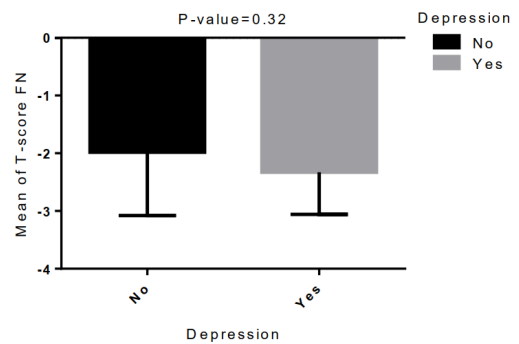
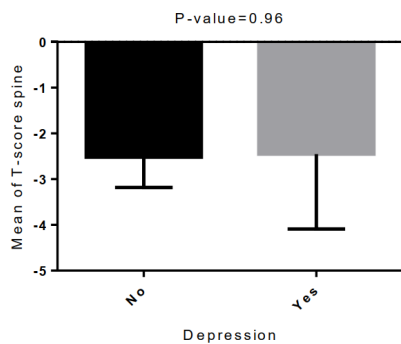
P-value	علائم افسردگی		کل	متغیر	
	دارد	ندارد		ندارد	دارد
۰/۳۲	۱۹ (۷۳/۱۰)	۷ (۲۶/۹۰)	۲۶ (۱۰۰/۰۰)	ندارد	مصرف داروهای ضد افسردگی
	۵ (۵۵/۶۰)	۴ (۴۴/۴۰)	۹ (۱۰۰/۰۰)	دارد	
۰/۰۳*	۱۷ (۸۵/۰۰)	۳ (۱۵/۰۰)	۲۰ (۱۰۰/۰۰)	ندارد	دیابت
	۷ (۴۶/۷۰)	۸ (۵۳/۳۰)	۱۵ (۱۰۰/۰۰)	دارد	
۰/۶۸	۶ (۶۰/۰۰)	۴ (۴۰/۰۰)	۱۰ (۱۰۰/۰۰)	ندارد	پرفشاری خون
	۱۸ (۷۲/۰۰)	۷ (۲۸/۰۰)	۲۵ (۱۰۰/۰۰)	دارد	
۰/۳۹	۱۸ (۶۴/۳۰)	۱۰ (۳۵/۷۰)	۲۸ (۱۰۰/۰۰)	ندارد	بیماری تیروئید
	۶ (۸۵/۷۰)	۱ (۱۴/۳۰)	۷ (۱۰۰/۰۰)	دارد	
۰/۶۸	۱۷ (۶۵/۴۰)	۹ (۳۴/۶۰)	۲۶ (۱۰۰/۰۰)	ندارد	بیماری قلبی
	۷ (۷۷/۸۰)	۲ (۲۲/۲۰)	۹ (۱۰۰/۰۰)	دارد	
۰/۲۷	۱۱ (۶۱/۱۰)	۷ (۳۸/۹۰)	۱۸ (۱۰۰/۰۰)	ندارد	بیماری آرتریت روماتوئید
	۱۳ (۷۶/۵۰)	۴ (۲۳/۵۰)	۱۷ (۱۰۰/۰۰)	دارد	

* معنی دار در سطح ۰/۰۵. مقادیر جدول به صورت فراوانی (درصد) گزارش شده اند.

جدول ۳: سنجش ارتباط بین محل شکستگی فعلی با داشتن علائم افسردگی در بیماران مبتلا به پوکی استخوان

P-value	علائم افسردگی		کل	متغیر	
	دارد	ندارد		رادپوس	محل شکستگی فعلی
۰/۰۹	۳ (۶۰/۰۰)	۲ (۴۰/۰۰)	۵ (۱۰۰/۰۰)	مچ پا یا دست	
	۵ (۵۰/۰۰)	۵ (۵۰/۰۰)	۱۰ (۱۰۰/۰۰)	مهره کمری	
	۷ (۷۰/۰۰)	۳ (۳۰/۰۰)	۱۰ (۱۰۰/۰۰)	سایر	
	۹ (۱۰۰/۰۰)	۰ (۰/۰۰)	۹ (۱۰۰/۰۰)		

* معنی دار در سطح ۰/۰۵. مقادیر جدول به صورت فراوانی (درصد) گزارش شده اند.



شکل ۱: مقایسه میانگین نمرات تی اسکور بیماران مبتلا به پوکی استخوان بر حسب ابتلا به علائم افسردگی

بحث

توده بدنی با تراکم توده استخوانی در ناحیه کمری یافت شد اما در ناحیه فمور ارتباط مشاهده شده از نظر آماری معناداری نبود. علاوه بر این، ارتباط سن، جنسیت، تحصیلات، وضعیت تاهل، فعالیت فیزیکی منظم، سابقه بیماری دیابت و کشیدن سیگار با وضعیت تراکم توده استخوانی نیز در هر دو ناحیه کمر و فمور از لحاظ آماری معنادار نبود.

نتایج این مطالعه با یافته‌های حاصل از مطالعه ما مطابقت داشت. علاوه بر این، نتایج حاصل از مطالعه ما نشان داد که متوسط مقادیر T-score Th، T-score spine و T-score FN در بیماران با علائم افسردگی کمتر از بیماران بدون علائم افسردگی است ولی ارتباط آماری معناداری بین وجود علائم افسردگی با یافته‌های حاصل از آزمایش سنجش تراکم استخوان (T-score Th، T-score spine و T-score FN) یافت نشد ($P > 0.05$).

کشفی و همکاران^(۲۰) در پژوهشی به ارزیابی ارتباط بین پوکی استخوان و افسردگی پرداختند و میزان افسردگی در جمعیت نرمال را با بیماران مبتلا به پوکی استخوان مقایسه نمودند. یافته‌های آنان نشان داد که میزان افسردگی در بیماران مبتلا به پوکی استخوان بطور معناداری بالاتر از افراد سالم است. در سال‌های اخیر، تعدادی از مطالعات رابطه بین افسردگی و پوکی استخوان را بررسی کرده‌اند و به نتایج متناقضی اشاره کرده‌اند.

طبق مطالعه کیزا^(۲۱)، بیماران مبتلا به اختلال افسردگی اساسی تراکم استخوان کمتری نسبت به گروه کنترل داشتند و فراوانی پوکی استخوان در آنان بیشتر بود.

همچنین اسکندری و همکاران^(۲۲) در مطالعه‌ای که بر روی زنان قبل از یائسگی انجام داده بودند گزارش کرده‌اند که افسردگی با کاهش تراکم استخوان همراه است. در مطالعه دیگری، اختلال افسردگی با کاهش تراکم استخوان در ستون فقرات، گردن فمور و استخوان ران مرتبط بود^(۲۳). یافته‌های همه‌ی مطالعات فوق با نتایج ما مغایرت داشت که حجم نمونه نسبتاً پایین مطالعه، تفاوت در جمعیت تحت مطالعه و عوامل رفتاری مهمی مانند سبک زندگی، فرهنگ، سابقه هورمون درمانی و عامل مهم ژنتیک می‌تواند علت این تناقض باشد؛ اما برخی از محققان نیز نتایج همسو با مطالعه ما را گزارش کرده‌اند^(۲۴-۲۶). از نقاط قوت مطالعه می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

(۱) مطالعه بیماران با تشخیص قطعی پوکی استخوان.

(۲) بررسی متغیرهای مختلف مرتبط با پوکی استخوان.

(۳) استفاده از داده‌های ثبت شده در سامانه ريجستري پوکی استخوان دانشگاه علوم پزشکی مازندران که به عنوان یکی از پایگاه‌های سازمان بهداشت جهانی در کشور می‌باشد.

یکی از محدودیت‌های اصلی مطالعه حاضر حجم نمونه نسبتاً پایین مطالعه و همچنین جامع نبودن آن است چرا که در مطالعه حاضر تنها از افراد مراجعه‌کننده به کلینیک پوکی استخوان استفاده شد که ممکن است معرف و گویای کل جامعه نباشد و مشکل عدم تعمیم پذیری به کل جامعه پیش آید.

پژوهش حاضر با هدف تعیین فراوانی علائم افسردگی و عوامل مرتبط با آن در بیماران مبتلا به پوکی استخوان انجام گرفت. یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که ۶۸/۵۷ درصد از بیماران مبتلا به پوکی استخوان دچار علائم افسردگی بودند. میانگین سنی کلی بیماران تحت مطالعه ۶۳/۶±۸۶/۸۰ سال بدست آمد. ۹۱/۴۰ درصد بیماران زن و بقیه مرد بودند. علائم افسردگی در ۶۵/۶۰ درصد از زنان و همه مردان مشاهده شد. میانگین سنی بیماران با و بدون علائم افسردگی نیز به ترتیب ۶۳/۶±۶۷/۶۷ سال و ۶۴/۷±۲۷/۴۰ سال مشاهده شد. ۴۶/۷۰ درصد از بیماران مبتلا به دیابت علائم افسردگی داشتند در حالی که علائم افسردگی در ۸۵/۰۰ درصد از بیماران بدون دیابت مشاهده شد. همچنین علائم افسردگی در ۷۳/۱۰ درصد از بیمارانی که مصرف داروهای ضدافسردگی نداشتند و در ۵۵/۶۰ درصد بیماران با مصرف داروهای ضد افسردگی مشاهده شد. یافته‌های حاصل از تجزیه و تحلیل‌های آماری نشان داد که تنها ارتباط معکوس و معناداری بین ابتلا به دیابت و وجود علائم افسردگی در بیماران مبتلا به پوکی استخوان وجود دارد ($P < 0.05$). ولی بین سن، جنسیت، مصرف مواد مخدر، مصرف سیگار، مصرف کورتون، شکستگی فعلی، مصرف داروهای ضد افسردگی، ابتلا به بیماری‌های پرفشاری خون، تیروئید، قلبی و آرتروز روماتوئید با وجود علائم افسردگی در بیماران مبتلا به پوکی استخوان ارتباط آماری معناداری وجود ندارد ($P > 0.05$).

سپهرمنش و همکاران^(۱۸) در مطالعه‌ای که بر روی ۱۵۰ بیمار مبتلا به پوکی استخوان انجام داده بودند شیوع علائم افسردگی را ۸۶ درصد بدست آورده بودند که ۱۹ (۱۲/۷۰ درصد) نفر افسردگی خفیف، ۴۷ (۳۱/۳۰ درصد) نفر افسردگی متوسط و ۶۳ (۴۲/۰۰ درصد) نفر نیز افسردگی شدید داشتند. میانگین سنی کلی بیماران ۵۵/۵۰±۹۵/۵۰ سال بود. همچنین یافته‌های مطالعه نشان داد که بین مصرف داروهای روانپزشکی و سابقه خانوادگی افسردگی با شدت علائم افسردگی تفاوت معناداری بدست آمد. ولی بین سایر متغیرهای بررسی شده مانند جنسیت، تحصیلات، وضعیت تاهل، مصرف سیگار، سابقه دیابت و غیره با شدت علائم افسردگی تفاوت معناداری مشاهده نشد. نتایج این تحقیق با یافته‌های این مطالعه سازگار نبود که می‌توان دلیل این مغایرت را به تفاوت در جمعیت تحت مطالعه و همچنین حجم نمونه نسبتاً پایین مطالعه حاضر مرتبط دانست.

بذر افشان و همکاران^(۸) به بررسی شیوع استئوپروز و ارتباط آن با برخی شاخص‌های جمعیت‌شناختی در بیماران مراجعه‌کننده به مراکز دانسیتومتری شهرگران پرداختند. براساس نتایج حاصل از این مطالعه، ارتباط معناداری از لحاظ آماری بین سن با وضعیت تراکم توده استخوانی در ناحیه کمر و ناحیه فمور مشاهده شد؛ به طوری که به ازای هر واحد افزایش سن، تراکم توده استخوانی در ناحیه کمر و فمور به ترتیب ۰/۳۲ و ۰/۴۲ کاهش می‌یابد. همچنین ارتباط آماری معناداری بین شاخص

نتیجه‌گیری

یافته‌های حاصل از مطالعه ما نشان داد که فراوانی علائم افسردگی در بیماران مبتلا به پوکی استخوان بالا است. از این رو بایستی به عنوان یک عامل مهم در درمان پوکی استخوان در نظر گرفته شود. همچنین، نتایج این مطالعه می‌تواند به عنوان راهنمای اجرای برنامه آموزشی در افراد مبتلا به پوکی استخوان، به منظور کمک به بیماران و خانواده‌های آنان در ارتقای سلامت روان، به ویژه کنترل و کاهش افسردگی مورد استفاده قرار گیرد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان مراتب تقدیر و تشکر خود را از واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان امام خمینی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران جهت پشتیبانی و همکاری در طول دوره مطالعه اعلام می‌دارند.

منابع

- Current Molecular Medicine. 2016;16(2):165-178. DOI: 10.2174/1566524016666160126144303.
- Lips P, van Schoor NM. Quality of life in patients with osteoporosis. *Osteoporosis international*. 2005;16(5):447-455. <https://doi.org/10.1007/s00198-004-1762-7>.
 - Mezuk B, Eaton W, Golden S. Depression and osteoporosis: epidemiology and potential mediating pathways. *Osteoporosis International*. 2008;19(1):1-12. <https://doi.org/10.1007/s00198-007-0449-2>.
 - Chau K, Atkinson SA, Taylor VH. Are selective serotonin reuptake inhibitors a secondary cause of low bone density? *Journal of osteoporosis*. 2012;2012(1):1-7. <https://doi.org/10.1155/2012/323061>.
 - Ramasubbu R, Taylor VH, Samaan Z, Sockalingham S, Li M, Patten S, et al. The Canadian Network for Mood and Anxiety Treatments (CANMAT) task force recommendations for the management of patients with mood disorders and select comorbid medical conditions. *Annals of Clinical Psychiatry*. 2012;24(1):91-109. <https://doi.org/10.1177/104012371202400110>.
 - Kallala R, Barrow J, Graham SM, Kanakaris N, Giannoudis PV. The in vitro and in vivo effects of nicotine on bone, bone cells and fracture repair. *Expert opinion on drug safety*. 2013;12(2):209-233. <https://doi.org/10.1517/14740338.2013.770471>
 - Lee CW-S, Liao C-H, Lin C-L, Liang J-A, Sung F-C, Kao C-H, editors. Increased risk of osteoporosis in patients with depression: a population-based retrospective cohort study. *Mayo Clinic Proceedings*; 2015: 63-70. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2014.11.009>.
 - Hsiao M-C, Liu C-Y, Wang C-J. Factors associated with low bone density among women with major depressive disorder. *The International Journal of Psychiatry in Medicine*. 2012;44(1):77-90. <https://doi.org/10.2190/PM.44.1.f>.
 - Sepehrmanesh Z, Zamani B, Pirasteh P, Rahimi H, Saei R. Prevalence of Depressive Symptoms in People With Osteoporosis Referred to the Bone Densitometry Center of a Hospital in Kashan. *Qom University of Medical Sciences Journal*. 2023;17:597-610. <https://doi.org/10.32598/qums.17.2871.1>.
 - Kaviani H, Seyfourian H, Sharifi V, Ebrahimkhani N. Reliability and validity of anxiety and depression hospital scales (HADS): Iranian patients with anxiety and depression disorders. 2009.
 - Kashfi SS, Abdollahi G, Hassanzadeh J, Mokarami H, Khani Jaihooni A. The relationship between osteoporosis and depression. *Scientific Reports*. 2022;12(1):11177. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-15248-w>.
 - Cizza G. Major depressive disorder is a risk factor for low bone mass, central obesity, and other medical conditions. *Dialogues in clinical neuroscience*. 2011;13(1):73-87. <https://doi.org/10.31887/DCNS.2011.13.1/gcizza>.
 - Eskandari F, Martinez PE, Torvik S, Phillips TM, Sternberg EM, Mistry S, et al. Low bone mass in premenopausal women with depression. *Archives of Internal Medicine*. 2007;167(21):2329-2336. doi:10.1001/archinte.167.21.2329.
 - Haliloğlu S, Uzkeser H, İçağasioğlu A. The Effect of Back Pain on Quality of Life, Sleep Quality and Depression in Patients with Postmenopausal Osteoporosis. *Osteoporoz*. 2014;20(1). DOI: 10.4274/tod.35229.
 - Kanis J, Johnell O, Oden A, Sernbo I, Redlund-Johnell I, Dawson A, et al. Long-term risk of osteoporotic fracture in Malmö. *Osteoporosis international*. 2000;11:669-674. <https://doi.org/10.1007/s001980070064>
 - WA P. Consensus development conference: diagnosis, prophylaxis, and treatment of osteoporosis. *Am J Med*. 1993;94(6):646-650.
 - Genant HK, Cooper C, Poor G, Reid I, Ehrlich G, Kanis J, et al. Interim report and recommendations of the World Health Organization task-force for osteoporosis. *Osteoporosis international*. 1999;10(4):259. DOI:10.1007/s001980050224
 - Rossini M, Adami S, Bertoldo F, Diacinti D, Gatti D, Giannini S, et al. Guidelines for the diagnosis, prevention and management of osteoporosis. *Reumatismo*. 2016;68(1):1-39. DOI: 10.4081/reumatismo.2016.870
 - Chow L, Chow TW, Chai J, Mattheos N. Bone stability around implants in elderly patients with reduced bone mineral density—a prospective study on mandibular overdentures. *Clinical oral implants research*. 2017;28(8):966-973. <https://doi.org/10.1111/clr.12907>.
 - Kanis JA. Assessment of osteoporosis at the primary health-care level. *Technical report*; 2007.
 - Handa R, Kalla AA, Maalouf G. Osteoporosis in developing countries. *Best practice & research Clinical rheumatology*. 2008;22(4):693-708. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2008.04.002>.
 - Bazrafshan H, Qorbani M, Shadpour Rashti H, Aghaei M, Safari R. Prevalence of osteoporosis and its association with demographic characteristics-Gorgan, Iran. *Hormozgan Med J*. 2011;15(1):56-62.
 - Yazdani S, Asli AI, Salemi A, Asli AI, Heidarnia MA, Sarbakhsh P. Determination of clinical decision rule for estimation of bone mineral density in women. *Medical Principles and Practice*. 2011;20(5):416-421. DOI: 10.1159/000542478.
 - Rosenblat J, Gregory J, Carvalho A, McIntyre R. Depression and disturbed bone metabolism: a narrative review of the epidemiological findings and postulated mechanisms.

- 24 Saei Gharenaz M, Ozgoli G, Aghdashi MA, Salmany F. Relationship between depression and osteoporosis in women. *Studies in Medical Sciences*. 2015;26(1):10-16. <http://umj.umsu.ac.ir/article-1-2716-en.html>
- 25 Ljubicic Bistrovic I, Roncevic-Grzeta I, Crncevic-Orlic Z, Franciskovic T, Ljubicic R, Orlic A, et al. Connection of depression and bone loss in perimenopausal and postmenopausal women. *Collegium antropologicum*. 2012;36(4):1219-1223. PMID: 23390814.
- 26 Ozsoy S, Esel E, Turan MT, Kula M, Demir H, Kartalci S, et al. Is there any alteration in bone mineral density in patients with depression? *Turk Psikiyatri Derg*. 2005;16(2):77-82. PMID: 15981144.

بررسی اثربخشی نوعی مکمل غذایی بر میزان درد و عملکرد مفاصل بیماران دارای استئوآرتریت زانو

چکیده:

مقدمه: استئوآرتریت (OA) یا آرتروز زانو، یک بیماری مفصلی شایع است که به طور خاص بر مفصل زانو تأثیر می‌گذارد و سبب ایجاد ناتوانی جدی شده و بار زیادی را بر سیستم‌های بهداشتی و درمانی تحمیل می‌نماید. از این‌رو درمان این بیماران و به حداقل رساندن از دست رفتن کارکرد فیزیکی آنان بسیار حائز اهمیت است. مطالعه حاضر با هدف تعیین اثربخشی نوعی مکمل غذایی در میزان درد و عملکرد مفاصل بیماران دارای استئوآرتریت زانو انجام شد.

مواد و روش‌ها: پژوهش حاضر از نوع کارآزمایی بالینی تصادفی شده دوسوکور می‌باشد و بر روی بیمارانی که طی سال ۱۴۰۳ به درمانگاه‌های ارتوپدی وابسته به یک مرکز علمی مراجعه کرده بودند انجام شد. بیماران گروه مداخله، نوعی مکمل غذایی را علاوه بر درمان استاندارد دریافت کردند. گروه کنترل نیز درمان استاندارد را به همراه یک دارونما گرفتند. تمام تجزیه‌وتحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ در سطح معناداری ۰/۰۵ انجام شد.

نتایج و بحث: میانگین سنی بیماران گروه کنترل و مداخله نیز به ترتیب $58/93 \pm 5/65$ سال و $59/77 \pm 6/44$ سال به دست آمد و اختلاف آماری معناداری در میانگین سنی بیماران بین دو گروه کنترل و مداخله وجود نداشت ($P > 0/05$). نتایج حاصل از مدل رگرسیون آنالیز کوواریانس چندگانه نشان داد که اختلاف آماری معناداری بین دو گروه از نظر میزان درد، میزان علائم، میزان عملکرد و نمره کل پرسشنامه WOMAC وجود دارد ($P < 0/05$).

نتیجه‌گیری: تجویز روزانه نوعی مکمل غذایی به مدت حداکثر دو ماه، علاوه بر درمان استاندارد در بیماران مبتلا به استئوآرتریت زانو توصیه می‌شود و می‌تواند بهبود قابل توجه و بالینی در میزان درد، شدت علائم، میزان عملکرد و نمره کل WOMAC بیماران داشته باشد.

واژگان کلیدی: کمک غذایی، آرتروز، زانو، وضعیت عملکردی، درد

پذیرش مقاله: ۳۶ روز قبل از چاپ

دکتر مسعود شایسته آذر، اعیسی نظر، محمد محسن حسینیان، دکتر فاطمه فکری

مقدمه

استئوآرتریت (OA) یکی از شایع‌ترین اختلالات مفصلی است که به طور خاص بر مفصل زانو تأثیر می‌گذارد. این بیماری منجر به تخریب تدریجی غضروف مفصلی زانو، نازک شدن آن، اصطکاک استخوان‌ها بر روی یکدیگر و افزایش التهاب در مابین مفصلی می‌گردد. فرایند فوق باعث بروز علائمی مانند تورم مفاصل، افزایش درد، کاهش دامنه‌ی حرکتی و خشکی مفاصل و بی‌ثباتی مفصل می‌شود^(۱).

عواملی مانند ضربه، فشار بیش‌ازحد به زانو به علت چاقی، فعالیت‌های ورزشی زیاد مثل کوهنوردی و فوتبال، عوامل ارثی و آرتروزهای مختلف چرکی و غیر چرکی از علل مساعدکننده استئوآرتریت زانو هستند.

با افزایش سن، شیوع آرتروز یا استئوآرتریت افزایش می‌یابد. هرچند این اختلال عمدتاً در سالمندان دیده می‌شود، اما در بزرگسالان به‌ویژه ورزشکاران نیز در هر سنی ممکن است ساییدگی و التهاب مفاصل اتفاق بیافتد.

استئوآرتریت زانو باعث ناتوانی جدی خصوصاً ناتوانی عملکردی بیمار می‌شود و همراه با تحمیل هزینه‌های زیادی به بیمار و سیستم‌های بهداشتی درمان است^(۲). برآورد شده است که با مسن‌تر شدن جمعیت در امریکا، تا سال ۲۰۲۴ میزان شیوع استئوآرتریت ۱۰-۶۶٪ افزایش یابد در نتیجه بار اقتصادی آن نیز به‌شدت افزایش می‌یابد^(۳). استئوآرتریت علامت‌دار زانو در تقریباً ۱۲٪ اشخاص با سن بالاتر از ۶۰ سال در ایالات‌متحده و ۶٪ کلیه بزرگسالان با سن بالاتر از ۳۰ سال روی می‌دهد^(۴). اهداف درمانی در بیماران استئوآرتریت زانو شامل تسکین درد و به حداقل رساندن از دست رفتن کارکرد فیزیکی می‌باشد. استفاده از ترکیباتی که به تحریک ساخت غضروف، کاهش تجزیه‌ی غضروف و کاهش التهاب در مفصل کمک کنند، می‌توانند در کاهش پیشرفت این بیماری، کنترل علائم و همچنین کاهش دوز داروهای

موردنیاز نقش چشمگیری داشته باشند. درمان داروئی این بیماری شامل طیف وسیعی از داروها می‌باشد و درمان جراحی نیز در موارد شدید بیماری انجام می‌شود^(۵،۶). به دلیل تأثیر اندک داروهای مورد استفاده، یافتن درمان‌های جدید همواره مورد توجه بوده است.

۱. مرکز تحقیقات ارتوپدی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۲. کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

نویسنده مسئول:

دکتر فاطمه فکری

Email address:
fateme.fekri123@gmail.com

به دانشگاه علوم پزشکی مازندران مراجعه کرده بودند انجام شد. بیماران با استفاده از روش بلوک های تصادفی به دو گروه کنترل و مداخله تخصیص یافتند. معیار های ورود به مطالعه شامل ۱- بیماران ۵۰-۷۰ ساله مبتلا به استئوآرتریت زانو که در رادیوگرافی گرید ۲ یا ۳ تعیین شده باشد و توسط متخصص تشخیص داده شده باشد. ۲- نداشتن بیماری قند خون و فشار خون ۳- کسب رضایت آگاهانه از بیمار جهت شرکت در مطالعه. ۴- معیارهای خروج از مطالعه نیز عبارتند از: ۱- بیماران دارای سابقه بیماری های سیستمیک ۲- بیماران دارای سابقه بیماری های عفونی ۳- بیماران دارای سابقه بیماری های عروقی ۴- بیماران بامشکلات انعقادی، ۵- بیماران با دفورمیتی شدید زانو و اختلالات ساختمانی.

گروه نوعی مکمل غذایی (مداخله): شرکت کنندگان در این گروه نوعی مکمل غذایی را علاوه بر درمان استاندارد (دیکلوفناک سدیم طبق رژیم دوز توصیه شده، فیزیوتراپی و گرم کردن مفاصل) دریافت کردند.

گروه دارونما (گروه کنترل): بیماران در این گروه، درمان استاندارد برای استئوآرتریت زانو (دیکلوفناک سدیم طبق رژیم دوز توصیه شده، فیزیوتراپی و گرم کردن مفاصل) را به همراه یک دارونما که از نظر ظاهری و بسته بندی کاملا مشابه با نوعی مکمل غذایی بوده و توسط همان شرکت سازنده داروی اصلی ساخته شد را دریافت کردند.

پیامدهای تحت بررسی و نحوه اندازه گیری آن ها

عملکرد مفصل با استفاده از تست های استاندارد شده شاخص استئوآرتریت دانشگاه های غربی انتاریو و مک مستر (WOMAC) که درد، سفتی و عملکرد فیزیکی را مورد ارزیابی قرار می دهد اندازه گیری گردید. ارزیابی پایه: قبل از شروع مداخله، ارزیابی های پایه برای تعیین وضعیت اولیه هر شرکت کننده انجام شد. این شامل جمع آوری اطلاعات دموگرافیک، انجام ارزیابی های درد و تست های عملکرد مفصل است. ارزیابی پس از مداخله: بعد از ۳۰ تا ۶۰ روز، پیگیری مجدد بیماران انجام شد و پرسشنامه درد و تست های عملکرد مفصل تکمیل و ثبت شدند.

تجزیه و تحلیل های آماری

متغیرهای کمی با استفاده از شاخص های مرکزی و پراکندگی نظیر گزارش میانگین و انحراف معیار و متغیرهای کیفی نیز به صورت فراوانی (درصد) گزارش شدند. قبل از انجام تحلیل های آماری، ابتدا فرض نرمال بودن توزیع متغیرهای کمی با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنف ارزیابی گردید. سپس به منظور مقایسه میانگین متغیرهای کمی بین دو گروه کنترل و مداخله در صورت نرمال بودن از آزمون تی مستقل و در غیر اینصورت از آزمون ناپارامتری من-ویتنی استفاده شد. همچنین برای مقایسه توزیع فراوانی متغیرهای کیفی بین دو گروه کنترل و مداخله، آزمون های کی دو و دقیق فیشر بکار برده شد. علاوه بر این جهت مقایسه نمرات زیر مقیاس ها و همچنین نمره کل پرسشنامه WOMAC بین دو گروه کنترل و مداخله با کنترل اثر مخدوشگرهای سن، جنسیت و همچنین نمرات در قبل از مداخله از مدل رگرسیون آنالیز کوواریانس

ترکیبات موجود در قرص سیمو تری فلکس شامل گلوکز آمین هیدروکلراید، کندرایتین سولفات، متیل سولفونیل متان، ویتامین د ۳ و همچنین شامل پوویدون و منیزیم استئارات و کراس کارملوز سدیم میباشد^(۷).

کندرویتین سولفات و گلوکز آمین سولفات اثرات مفیدی بر متابولیسم مدل های آزمایشگاهی سلول های مشتق شده از مفاصل سینوویال دارند: کندروسیت ها، سینوویوسیت ها و سلول های استخوان ساب کندرال که همگی در استئوآرتریت نقش دارند. آنها سنتز کلاژن نوع II و پروتئوگلیکان را در کندروسیت های مفصلی انسان افزایش می دهند و می توانند تولید برخی واسطه های التهابی و پروتئازها را کاهش دهند و علاوه بر آن روند مرگ سلولی را نیز کاهش دهند و تعادل آنابولیک/کاتابولیک ماتریکس غضروف خارج سلولی (ECM) را بهبود بخشند. کارآزمایی های بالینی، اثر مفید کندرویتین سولفات و گلوکز آمین را بر میزان درد و عملکرد گزارش کرده اند. اثرات تغییر ساختار این ترکیبات در متآنالیزهای اخیر گزارش و تحلیل شده است. نتایج برای OA زانو کاهش کوچک اما قابل توجهی را در میزان باریک شدن فضای مفصل نشان می دهد. کندرویتین سولفات و گلوکز آمین سولفات توسط چندین دستورالعمل از جوامع بین المللی برای مدیریت OA زانو و ران توصیه می شود^(۸).

متیل سولفونیل متان (MSM)، یک ترکیب ارگانوسولفور طبیعی موجود در منابع مختلف گیاهی، خواص بیولوژیکی مفید مختلفی از جمله خواص ضد التهابی و آنتی اکسیدانی را در مطالعات آزمایشگاهی و بالینی نشان داده است. MSM به عنوان یک مکمل غذایی برای انسان به دلیل خواص آنتی اکسیدانی، ضد درد و ضد التهابی آن استفاده شده است^(۹).

مکمل خوراکی ویتامین D به طور قابل توجهی درد OA، التهاب، تخریب غضروف و سطوح MMPs را کاهش میدهد علاوه بر این، مکمل VITD بیان سیتوکین های TNF- α ، IL-1 β و IL-6 پیش التهابی را کاهش میدهد^(۱۰). مکمل ویتامین D2 میتواند باعث کاهش آسیب پروتئین اکسیداتیو، کاهش درد (VAS)، بهبود کیفیت زندگی، و بهبود قدرت گرفتن و عملکرد فیزیکی در بیماران مبتلا به استئوآرتریت شود^(۱۱).

شواهد موجود نشان می دهد که قرص سیمو تری فلکس با دارا بودن ترکیبات ذکر شده در کاهش سفتی و تورم مفاصل، کمک به تحرک و انعطاف پذیری مفاصل، بازسازی و تشکیل غضروف در مفاصل و افزایش غلظت سینوویال فلوئید در مفاصل نقش دارد^(۷). با این حال هنوز شواهد بیشتری در این خصوص لازم است. لذا هدف از انجام این مطالعه بررسی اثر بخشی این مکمل غذایی در میزان درد و عملکرد مفاصل بیماران دارای استئوآرتریت زانو می باشد.

مواد و روش ها

پژوهش حاضر از نوع کارآزمایی بالینی تصادفی شده دوسوکور می باشد و بر روی بیمارانی که طی سال ۱۴۰۳ به درمانگاه های ارتوپدی وابسته

مقایسه میانگین نمرات زیر مقیاس ها و نمره کل پرسشنامه WOMAC بین دو گروه کنترل و مداخله بر حسب زمان:

ابتدا براساس پاسخ بیماران به ۳۳ سوال پرسشنامه WOMAC، نمرات زیرمقیاس ها و همچنین نمره کل آن برحسب صفر تا ۱۰۰ نمره تبدیل شدند. بدین صورتکه هر چقدر نمرات زیرمقیاس ها یا سازه ها به ۱۰۰ نزدیک تر باشد نشان دهنده وضعیت بهتر و بهبودی بیشتر بیماران است. یافته های حاصل از پرسشنامه WOMAC در جدول ۱ ارایه شده است. در زمان قبل از مداخله، نتایج حاصل از آزمون ناپارامتری من-ویتنی نشان داد که تنها میانگین نمره زیر مقیاس خشکی بین دو گروه کنترل و مداخله اختلاف آماری معناداری داشت ($P < 0/05$). ولی اختلاف آماری معناداری در میانگین سایر زیر مقیاس ها و همچنین نمره کل پرسشنامه بین دو گروه کنترل و مداخله یافت نشد ($P > 0/05$). علاوه براین در زمان بعد از مداخله نیز طبق نتایج حاصل از آزمون من-ویتنی، اختلاف آماری معناداری در میانگین همه زیر مقیاس ها و همچنین نمره کل پرسشنامه بین دو گروه کنترل و مداخله مشاهده شد ($P < 0/05$). در ادامه جهت بررسی اثر مداخله، میانگین نمرات زیر مقیاس ها و همچنین نمره کل پرسشنامه بین دو زمان قبل و بعد از مداخله با استفاده از آزمون ناپارامتری ویلکاکسون مقایسه گردید. نتایج تجزیه و تحلیل های ما نشان داد که در گروه کنترل، اختلاف آماری معناداری در میانگین نمرات همه زیر مقیاس ها و همچنین نمره کل پرسشنامه بین دو زمان قبل و بعد از مداخله یافت شد ($P < 0/05$). همچنین در گروه مداخله نیز اختلاف آماری معناداری در میانگین نمرات همه زیر مقیاس ها و همچنین نمره کل پرسشنامه بین دو زمان قبل و بعد از مداخله وجود داشت بعبارتی دیگر اثر مداخله از نظر آماری معنادار بود ($P < 0/05$).

مقایسه نتایج پرسشنامه WOMAC بین دو گروه کنترل و مداخله با کنترل اثر مخدوشگرها

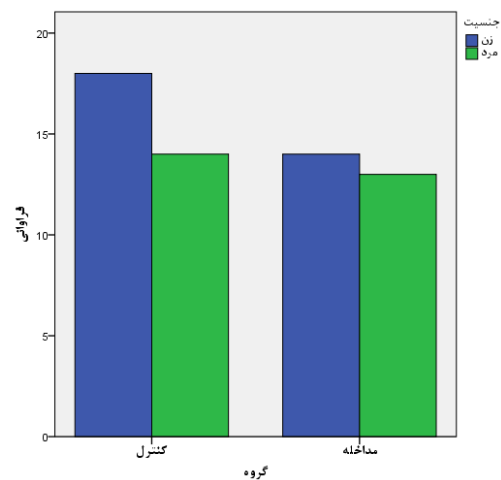
در ادامه، جهت مقایسه نمرات زیر مقیاس ها و همچنین نمره کل پرسشنامه WOMAC بین دو گروه کنترل و مداخله با کنترل اثر مخدوشگرهای سن، جنسیت و نمرات قبل از مداخله از مدل رگرسیون آنالیز کوواریانس چندگانه استفاده شد که نتایج حاصل از مدل رگرسیون آنالیز کوواریانس چندگانه در جداول ۲ و ۳ ارایه شده است. با تعدیل اثر متغیرهای مخدوشگر سن، جنسیت و میزان علائم در قبل از مداخله، اختلاف آماری معناداری در میزان علائم بین دو گروه مشاهده شد ($P < 0/05$). بطوری که نمره زیر مقیاس علائم در گروه مداخله بطور متوسط ۱۵/۳۰ واحد بیشتر از گروه کنترل است لذا می توان گفت که مداخله انجام شده اثر معناداری در کاهش میزان علائم بیماران داشته است ($P < 0/05$) (جدول ۲).

با تعدیل اثر متغیرهای مخدوشگر سن، جنسیت و میزان خشکی در قبل از مداخله، اختلاف آماری معناداری در میزان خشکی بین دو گروه یافت نشد ($P < 0/05$). طوری که نمره زیر مقیاس خشکی در گروه مداخله بطور متوسط ۴/۸۵ واحد بیشتر از گروه کنترل است ولی این میزان اختلاف

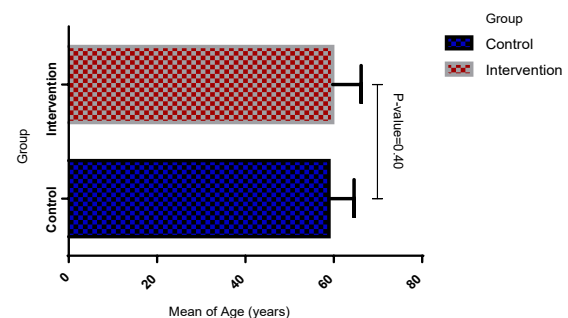
چندگانه استفاده شد. تمامی تجزیه و تحلیل های آماری در نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ در سطح معنی داری ۰/۰۵ انجام شده است.

نتایج

در این پژوهش ۶۴ بیمار که حائز شرایط مطالعه بودند وارد پژوهش شدند و با استفاده از روش بلوک های تصادفی، ۳۲ بیمار به هر یک از دو گروه کنترل و مداخله تخصیص یافتند. در نهایت، در گروه مداخله، ۵ بیمار به دلیل عوارض از مطالعه کنار گذاشته شده و ۲۷ بیمار در گروه مداخله بطور کامل دارو را دریافت نمودند. در گروه کنترل، ۱۸ (۵۶/۲۰ درصد) بیمار زن و ۱۴ (۴۳/۸۰ درصد) بیمار مرد بودند ولی در گروه مداخله، ۱۴ (۵۱/۹۰ درصد) بیمار زن و بقیه مرد بودند. نتایج حاصل از آزمون کی دو نشان داد که تفاوت آماری معناداری در توزیع فراوانی جنسیت بین دو گروه کنترل و مداخله وجود ندارد ($P = 0/73$) (شکل ۱). میانگین سنی بیماران گروه کنترل و مداخله نیز به ترتیب $58/5 \pm 93/65$ سال و $59/6 \pm 77/44$ سال بدست آمد. براساس نتایج حاصل از آزمون من-ویتنی، میانگین سنی بیماران در دو گروه کنترل و مداخله اختلاف آماری معناداری ندارند ($P = 0/4$) لذا دو گروه کنترل و مداخله از نظر سن و جنسیت همسان هستند (شکل ۲).



شکل ۱: توزیع فراوانی جنسیت در دو گروه کنترل و مداخله



شکل ۲: مقایسه میانگین سنی بین دو گروه مداخله و کنترل

($P < .05$). بطوری که نمره زیر مقیاس عملکرد در گروه مداخله بطور متوسط ۱۱/۱۹ واحد بیشتر از گروه کنترل است عبارتی دیگر، مداخله اثر معناداری در بهتر شدن میزان عملکرد بیماران داشته است ($P < .05$). (جدول ۲). با کنترل اثر متغیرهای مخدوشگر سن، جنسیت و نمره کل پرسشنامه در قبل از مداخله، اختلاف آماری معناداری در نمره کل پرسشنامه WOMAC بین دو گروه کنترل و مداخله یافت شد ($P < .05$). بطوری که نمره کل پرسشنامه در گروه مداخله بطور متوسط ۱۴/۶۸ واحد بیشتر از گروه کنترل بود عبارتی دیگر بطور کلی نیز طبق نمره پرسشنامه WOMAC، مداخله اثر معناداری در بهتر شدن وضعیت بیماران داشته است ($P < .05$) (جدول ۳).

مشاهده شده در میزان خشکی بین دو گروه از نظر آماری معنادار نبود و مداخله اثر معناداری در کاهش میزان خشکی بیماران ندارد ($P > .05$) (جدول ۲). با کنترل اثر متغیرهای مخدوشگر سن، جنسیت و میزان درد در قبل از مداخله، میزان درد مشاهده شده بین دو گروه کنترل و مداخله اختلاف آماری معناداری داشت ($P < .05$). بطوری که نمره زیر مقیاس درد در گروه مداخله بطور متوسط ۱۶/۱۱ واحد بیشتر از گروه کنترل است عبارتی دیگر، مداخله اثر معناداری در بهتر شدن میزان درد بیماران داشت ($P < .05$) (جدول ۲). با کنترل اثر متغیرهای مخدوشگر سن، جنسیت و میزان عملکرد در قبل از مداخله، اختلاف آماری معناداری در میزان عملکرد بیماران بین دو گروه کنترل و مداخله مشاهده شد ($P < .05$).

جدول ۱: مقایسه میانگین نمرات پرسشنامه WOMAC (از ۱۰۰ نمره) بین دو گروه کنترل و مداخله بر حسب زمان

نتیجه آزمون	گروه		زمان	زیر مقیاس
	مداخله	کنترل		
۰/۸۵	۱۰/۳۳±۶۵/۳۳	۹/۳۵±۵۰/۰۰	قبل از مداخله	نمره علائم
< ۰/۰۰۱*	۱۰/۵۹±۳۱/۴۴	۸/۴۵±۰۳/۰۰	بعد از مداخله	
	< ۰/۰۰۱*	< ۰/۰۰۱*		نتیجه آزمون
< ۰/۰۰۱*	۳/۲۶±۵۵/۲۴	۱۳/۴۰±۸۳/۶۲	قبل از مداخله	نمره خشکی
۰/۰۰۴*	۱۰/۵۸±۸۶/۷۹	۸/۵۰±۹۸/۰۰	قبل از مداخله	
	< ۰/۰۰۱*	۰/۰۲۴*		نتیجه آزمون
۰/۷۵	۴/۴۵±۰۴/۱۶	۶/۴۵±۴۶/۸۳	قبل از مداخله	نمره درد
< ۰/۰۰۱*	۷/۶۷±۳۹/۷۹	۷/۵۱±۰۵/۳۸	قبل از مداخله	
	< ۰/۰۰۱*	۰/۰۱۳*		نتیجه آزمون
۰/۳۲	۴/۵۶±۳۰/۵۹	۶/۵۴±۷۹/۰۴	قبل از مداخله	نمره عملکرد (زندگی روزمره)
< ۰/۰۰۱*	۹/۷۴±۳۹/۴۰	۱۱/۵۹±۱۰/۵۵	قبل از مداخله	
	< ۰/۰۰۱*	< ۰/۰۰۱*		نتیجه آزمون
۰/۴۵	۳/۴۸±۸۰/۰۳	۲/۴۸±۰۷/۱۰	قبل از مداخله	نمره کل
< ۰/۰۰۱*	۷/۶۹±۳۳/۳۸	۷/۵۴±۱۳/۵۴	قبل از مداخله	
	< ۰/۰۰۱*	< ۰/۰۰۱*		نتیجه آزمون

جدول ۲: مقایسه میزان علائم و خشکی و درد و عملکرد بین دو گروه کنترل و مداخله با استفاده از مدل رگرسیون آنالیز کوواریانس چندگانه با کنترل اثر مخدوشگرها[#]

P-value	ضریب (فاصله اطمینان ۰/۹۵)	متغیر (سطح مبنا)
< ۰/۰۰۱*	-	گروه (کنترل) علائم
	(۱۱/۱۸, ۱۹/۴۱) ۱۵/۳۰	مداخله

جدول ۳: مقایسه میزان نمره کل پرسشنامه بین دو گروه کنترل و مداخله با استفاده از مدل رگرسیون آنالیز کوواریانس چندگانه با کنترل اثر مخدوشگرها[#]

P-value	ضریب (فاصله اطمینان ۰/۹۵)	متغیر (سطح مبنا)
۰/۱۲	-	گروه (کنترل)
	(-۱/۵۸, ۱۱/۲۹) ۴/۸۵	مداخله

*معنی دار در سطح ۰/۰۵ # تعدیل شده برای متغیرهای سن، جنسیت و اندازه گیری قبل از مداخله نمره کل پرسشنامه

جدول ۴: مقایسه میزان درد بین دو گروه کنترل و مداخله با استفاده از مدل رگرسیون آنالیز کوواریانس چندگانه با کنترل اثر مخدوشگرها#

P-value	ضریب (فاصله اطمینان ۰.۹۵٪)	متغیر (سطح مبنا)
< ۰.۰۰۱*	-	گروه (کنترل)
	۱۶/۱۱ (۱۲/۴۷، ۱۹/۷۶)	مداخله

*معنی دار در سطح ۰.۰۵ # تعدیل شده برای متغیرهای سن، جنسیت و درد پایه

جدول ۵: مقایسه فانکشن بین دو گروه کنترل و مداخله با استفاده از مدل رگرسیون آنالیز کوواریانس چندگانه با کنترل اثر مخدوشگرها##

P-value	ضریب (فاصله اطمینان ۰.۹۵٪)	متغیر (سطح مبنا)
< ۰.۰۰۱*	-	گروه (کنترل)
	۱۱/۱۹ (۷/۵۳، ۱۴/۸۴)	مداخله

*معنی دار در سطح ۰.۰۵ # تعدیل شده برای متغیرهای سن، جنسیت و فانکشن پایه

جدول ۶: مقایسه نمره کل WOMAC بین دو گروه کنترل و مداخله با استفاده از مدل رگرسیون آنالیز کوواریانس چندگانه با کنترل اثر مخدوشگرها#

P-value	ضریب (فاصله اطمینان ۰.۹۵٪)	متغیر (سطح مبنا)
< ۰.۰۰۱*	-	گروه (کنترل)
	۱۴/۶۸ (۱۱/۲۲، ۱۸/۱۳)	مداخله

*معنی دار در سطح ۰.۰۵ # تعدیل شده برای متغیرهای سن، جنسیت و امتیاز کل WOMAC پایه

بحث

آنتی‌اکسیدانی خود می‌تواند مسیرهای NF-KB و تولید سیتوکین‌های پیش‌التهابی را مهار کرده و از تخریب غضروف بکاهد^(۹). مکمل ویتامین D نیز در مطالعات حیوانی و انسانی کاهش درد و تخریب غضروف و مهار بیان MMPs، TNF- α و IL-6 را نشان داده است^(۱۰)؛ چنان‌که در کارآزمایی‌های بالینی، تجویز دوزهای مناسب ویتامین D به کاهش درد VAS و بهبود قدرت و کیفیت زندگی بیماران OA منجر شده است^(۱۱). هم‌افزایی این ترکیبات در فرآورده‌ای واحد می‌تواند سبب اثر جمعی بر مسیرهای التهابی و ترمیمی شود و یافته‌های حاضر موید چنین نقشی است. ملاحظه مهم آن است که بهبود مشاهده‌شده در گروه کنترل نیز معنادار بود؛ پدیده‌ای که احتمالاً به اثرات درمان استاندارد (دیکلوفناک، فیزیوتراپی، گرما درمانی) و پشتیبانی آموزشی مربوط می‌شود. با این حال اندازه اثر در گروه مداخله به‌طور معناداری بالاتر بود و نتایج تحلیل کوواریانس چندگانه نشان داد تفاوت میانگین تعدیل‌شده نمره درد و عملکرد به ترتیب ۱۶/۱۱ و ۱۱/۱۹ واحد به نفع نوعی مکمل غذایی است. با توجه به این که در مقیاس ۱۰۰- امتیازی WOMAC تغییر حداقل مهم بالینی (MCID) برای درد و عملکرد حدود ۱۰ تا ۱۲ واحد گزارش شده است^(۵)، می‌توان نتیجه گرفت تأثیر دارو نه تنها از نظر آماری بلکه از نظر بالینی نیز معنادار است. در خصوص زیرمقیاس خشکی، عدم دستیابی به تفاوت معنی‌دار می‌تواند ناشی از دو عامل باشد: نخست، تعداد نمونه مؤثر پس از ریزش بیماران (۲۷ نفر) که توان مطالعه را برای آشکارسازی

نتایج مطالعه حاضر نشان داد تجویز نوعی مکمل غذایی به-عنوان درمان کمکی در بیماران مبتلا به استئوآرتریت زانو طی دوره ۶۰-۳۰ روزه، بهبود چشمگیری در زیرمقیاس‌های درد، علائم (Symptoms)، عملکرد زندگی روزمره و نمره کل پرسشنامه WOMAC در مقایسه با دارونما ایجاد می‌کند؛ این تفاوت پس از کنترل متغیرهای مخدوشگر سن، جنس و مقادیر پایه نیز پایدار بود. تنها در زیرمقیاس خشکی، علی‌رغم افزایش میانگین امتیاز در گروه مداخله، اختلاف معناداری پس از تعدیل مشاهده نشد. این الگو بیانگر آن است که ترکیب مواد فعال موجود در نوعی مکمل غذایی عمدتاً از طریق کاهش التهاب و درد و همچنین تقویت بازسازی ماتریکس غضروفی موجب ارتقای عملکرد بیماران می‌شود، در حالی که مکانیزم‌های مؤثر بر احساس خشکی مفصل احتمالاً به مداخلات طولانی-تر یا بار بیماری وابسته‌تر است. یافته‌های ما با شواهد پیشین پیرامون سودمندی اجزای کلیدی فرمولاسیون حاضر هم‌خوانی دارد. اثربخشی گلوکزآمین و کندرویتین در بهبود درد و عملکرد و نیز کند کردن باریک‌شدن فضای مفصلی در متاآنالیزهای اخیر مستند شده است. این مواد با تحریک سنتز کلاژن نوع II و پروتئوگلیکان و مهار تولید متالوپروتئینازها تعادل آنابولیک-کاتابولیک غضروف را به نفع بازسازی هدایت می‌کنند. متیل سولفونیل متان (MSM) با خواص ضدالتهابی و

دارونما برتری معنادار نشان دهد. با توجه به هزینه کمتر نسبت به عوامل بیولوژیک و سهولت مصرف، جایگاه این دارو به‌عنوان گزینه مکمل در خطوط اولیه درمان OA قابل تأمل است. انجام کارآزمایی‌های طولانی‌تر و مقایسه مستقیم با سایر مکمل‌های رایج برای تثبیت شواهد توصیه می‌شود.

تقدیر و تشکر

نویسندگان مراتب تقدیر و تشکر خود را از واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان امام خمینی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران جهت پشتیبانی و همکاری در طول دوره مطالعه اعلام می‌دارند.

منابع

- 1 Kan H, Chan P, Chiu K, Yan C, Yeung S, Ng Y, et al. Non-surgical treatment of knee osteoarthritis. *Hong Kong Med J*. 2019;25(2):127-133. DOI: 10.12809/hkmj187600.
- 2 Whitaker K.M, Gabriel K.P, Laddu D, White D.K, Sidney S, Sternfeld B, et al. Bidirectional associations of accelerometer measured sedentary behavior and physical activity with knee pain, stiffness, and physical function: The CARDIA study. *Prev Med Rep*. 2021;22:101348. DOI: 10.1016/j.pmedr.2021.101348.
- 3 Mora JC, Przkora R, Cruz-Almeida Y. Knee osteoarthritis: pathophysiology and current treatment modalities. *J Pain Res*. 2018;11:2189. DOI: 10.2147/JPR.S154002.
- 4 Hsu H, Siwiew R.M. Knee osteoarthritis. In: *StatPearls [Internet]*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan. 2023 Jun 26. Bookshelf ID: NBK507884
- 5 Dantas L.O, de Fátima Salvini T, McAlindon T.E. Knee osteoarthritis: key treatments and implications for physical therapy. *Braz J Phys Ther*. 2021;25(2):135-46. DOI: 10.1016/j.bjpt.2020.08.004.
- 6 Katz J.N, Arant KR., Loeser R.F. Diagnosis and treatment of hip and knee osteoarthritis: a review. *JAMA*. 2021;325(6):568-78. DOI: 10.1001/jama.2020.22171.
- 7 Simorgh Darou Attar Company. SIMO TRIFLEX. <https://simorghdarou.com/en/product/simo-triflex-en/> [cited 2025 Oct 26]
- 8 Henrotin Y, Marty M, Mobasheri A. What is the current status of chondroitin sulfate and glucosamine for the treatment of knee osteoarthritis? *Maturitas*. 2014;78(3):184-7. DOI: 10.1016/j.maturitas.2014.04.015.
- 9 Meng F, Li H, Feng H, Long H, Yang Z, Li J, et al. Efficacy and safety of biologic agents for the treatment of osteoarthritis: a meta-analysis of randomized placebo-controlled trials. *Ther Adv Musculoskelet Dis*. 2022;14:1759720x221080377. DOI: 10.1177/1759720x221080377.
- 10 Hsiao A.F, Lien Y.C, Tzeng I.S, Liu C.T, Chou S.H, Horng Y.S. The efficacy of high- and low-dose curcumin in knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Complement Ther Med*. 2021;63:102775. DOI: 10.1016/j.ctim.2021.102775.
- 11 Yang L, Wu BY, Ma L, Li ZD, Xiong H. Comparative efficacy and safety of Chinese herbal medicine for knee osteoarthritis: A protocol for systematic review and network meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2021;100(29):e26671. DOI: 10.1097/MD.00000000000026671.

تغییرات کوچک کاهش داده است؛ دوم، امکان نیاز به دوره درمانی طولانی‌تر برای اصلاح خشکی ناشی از تغییرات ساختاری کپسول و سینوویوم. مطالعات با پیگیری‌های بیش از سه ماه نشان داده‌اند که ترکیبات کندروپروتکتیو، اثر متأخر بارزتری بر خشکی دارند^(۸)؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آتی با بازه زمانی طولانی‌تر طراحی شوند. مقایسه نتایج ما با مطالعات قبلی بر ترکیبات منفرد نیز حایز اهمیت است. در یک مرور منظم، هنروتین و همکاران گزارش کردند کاهش درد با کندرویتین سولفات به‌طور متوسط ۱۱ واحد WOMAC است^(۸)؛ مطالعه حاضر بهبود درد بزرگ‌تری را نشان می‌دهد که می‌تواند حاصل اثر تجمیعی MSM و ویتامین D باشد. افزون بر این، در متآنالیز منگ و همکاران روی عوامل بیولوژیک برای OA، کاهش درد حدود ۸ واحد و بهبود عملکرد حدود ۶ واحد ذکر شده است^(۹)؛ بنابراین این مکمل غذایی در بازه زمانی کوتاه عملکردی قابل رقابت یا حتی برتر ارائه می‌دهد و از منظر هزینه-فایده می‌تواند جایگاه ویژه‌ای در پروتکل‌های درمانی کشور داشته باشد. از دیدگاه مکانیسمی، ترکیبات دارو احتمالاً مسیرهای متعددی را هدف قرار می‌دهند: مهار کتو-اکسیژنازهای التهابی، کاهش رادیکال‌های آزاد، القای سنتز پروتئین‌های ماتریکسی و تعدیل اکسید نیتریک سینتاز. این رویکرد چندهدفه با ماهیت چندعاملی پاتوژنز استئوآرتروز مطابقت دارد^(۳) و می‌تواند توضیح دهد چرا نمره کل WOMAC به میزان ۱۴/۶۸ واحد بهبود یافت. با وجود نقاط قوت مطالعه شامل طراحی دوسوکور تصادفی، استفاده از دارونمای مشابه و کنترل مخدوشگرها، محدودیت‌هایی وجود دارد: (۱) تک‌مرکزی بودن پژوهش و انتخاب بیماران از درمانگاه دانشگاهی مازندران که تعمیم‌پذیری نتایج را محدود می‌کند؛ (۲) پیگیری نسبتاً کوتاه و عدم ارزیابی تصویربرداری (MRI) یا رادیوگرافی سریال برای تأیید تغییرات ساختاری؛ (۳) ریزش ۵ بیمار در گروه مداخله که هرچند با تحلیل‌های قصد-درمان تعدیل شد، ولی می‌تواند توان مطالعه را کاهش دهد؛ (۴) عدم اندازه‌گیری نشانگرهای التهابی سرمی یا بیومارکرهای غضروفی که می‌تواند ارتباط بالینی-آزمایشگاهی را روشن‌تر کند. توصیه می‌شود مطالعات آینده چندمرکزی، با حجم نمونه بزرگ‌تر و پیگیری دست‌کم شش ماهه همراه با اندکس‌های بیوشیمیایی طراحی شوند تا پایداری اثر و ایمنی درازمدت دارو ارزیابی گردد. از نظر ایمنی، در گروه مداخله عارضه جدی گزارش نشد و فقط خارج شدن پنج نفر به دلیل عوارض خفیف بود؛ یافته‌ای که با پروفایل ایمنی مطلوب اجزای دارو در مطالعات قبلی هم‌سو است^(۸،۹). با این حال توجه به تداخلات احتمالی گلوکزآمین با داروهای ضدانعقاد و ارزیابی عملکرد کلیوی در مصرف طولانی MSM ضروری است.

نتیجه‌گیری

تجویز روزانه این نوع مکمل غذایی به‌مدت حداکثر دو ماه، علاوه بر درمان استاندارد، می‌تواند بهبود قابل توجه و بالینی در درد، علائم، عملکرد و نمره کل WOMAC بیماران استئوآرتروز زنانو ایجاد کند و نسبت به

مقایسه اثرات ضد دردی دولوکستین و ممانتین پس از آرتروپلاستی کامل زانو: یک کارآزمایی بالینی تصادفی دوسوکور با گروه کنترل دارونما

چکیده:

مقدمه: استئوآرتريت (OA) یک بیماری شایع و ناتوان‌کننده اسکلتی-عضلانی است که با درد مزمن مشخص می‌شود. با توجه به اثربخشی کمتر از حد مطلوب داروهای مسکن فعلی، شناسایی استراتژی‌های درمانی جدید همچنان یک اولویت بالینی است. این کارآزمایی تصادفی کنترل‌شده دوسوکور با هدف ارزیابی اثربخشی مقایسه‌ای دولوکستین و ممانتین در مدیریت درد پس از عمل جراحی تعویض کامل مفصل زانو (TKA) انجام شد.

مواد و روش‌ها: یک کارآزمایی بالینی تصادفی، دوسوکور و کنترل‌شده با دارونما بر روی ۱۸۷ بیمار تحت TKA انجام شد. شرکت‌کنندگان به سه گروه تقسیم شدند: دارونما (۶۳ نفر)، ممانتین (۱۰ میلی‌گرم در روز، ۶۲ نفر) و دولوکستین (۲۰ میلی‌گرم در روز، ۶۲ نفر). همه گروه‌ها از یک پروتکل استاندارد پیرامون عمل پیروی کردند. شدت درد قبل از عمل و دو هفته و سه ماه پس از عمل با استفاده از مقیاس آنالوگ بصری (VAS؛ ۰-۱۰) ارزیابی شد. متغیرهای جمعیت‌شناختی و مصرف مواد افیونی (معادل‌های سولفات مورفین) در طول بستری در بیمارستان ثبت شد. **نتایج و بحث:** میانگین مصرف مواد افیونی در طول بستری به ترتیب در دارونما، ممانتین و دولوکستین $۷۰/۵ \pm ۲/۰۱$ ، $۷۱/۲۹ \pm ۲/۶$ و $۷۶/۰۷ \pm ۲/۵$ میلی‌گرم بود. آنالیز واریانس یک‌طرفه هیچ تفاوت آماری معنی‌داری بین گروهی در مصرف مواد افیونی نشان نداد ($P > ۰/۰۵$). به طور مشابه، هیچ تفاوت معنی‌داری در میانگین شدت درد در هر نقطه زمانی در گروه‌ها مشاهده نشد ($P > ۰/۰۵$). با این حال، تجزیه و تحلیل طولی (آزمون فریدمن) کاهش آماری معنی‌داری در شدت درد در طول زمان در همه گروه‌ها نشان داد ($P < ۰/۰۵$) که با مسیرهای معمول بهبودی پس از عمل سازگار است. ($P < ۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: در حالی که هم دولوکستین و هم ممانتین با کاهش زمانی شدت درد همراه بودند، هیچ‌یک از مداخلات برتری آماری معنی‌داری نسبت به دارونما در کاهش درد پس از عمل یا نیاز به مواد افیونی نشان ندادند. تحقیقات بیشتر در مورد رژیم‌های دوز بهینه، دوره‌های پیگیری طولانی‌تر و اثرات هم‌افزایی با این داروها ممکن است یافته‌های متفاوتی در مدیریت درد TKA ارائه دهد.

واژگان کلیدی: آرتروپلاستی کامل زانو، درد، ممانتین، دولوکستین

پذیرش مقاله: ۳۸ روز قبل از چاپ

دکتر آرزو باطبی،^۱ دکتر سلمان غفاری،^۲ دکتر مهران ضرغامی،^۳ سیده فاطمه احمدی محلی،^۴ دکتر عیسی نظر،^۱ دکتر مریم رضاپور

مقدمه

۱. مرکز تحقیقات روان‌پزشکی و علوم رفتاری، انستیتو اعتیاد، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
 ۲. گروه ارتوپدی، دانشکده پزشکی، مرکز تحقیقات ارتوپدی، بیمارستان امام خمینی ساری، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
 ۳. گروه روان‌شناسی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی ساری، ساری، ایران

استئوآرتريت (OA) شایع‌ترین بیماری مفصلی است که تقریباً ۱۵ درصد از جمعیت جهان را درگیر می‌کند^(۱). با این حال، در مواردی که تخریب مفصل همراه با علائم بالینی مانند درد، تغییر شکل و محدودیت حرکتی مشاهده می‌شود، آرتروپلاستی کامل زانو (TKA) به عنوان درمان نهایی مشکلات زانو به کار می‌رود^(۲). درد مهم‌ترین عارضه در تمام جراحی‌ها به‌ویژه در TKA است؛ به‌طوری‌که حدود نیمی از بیماران تا یک ماه پس از عمل، با درد مداوم دست و پنجه نرم می‌کنند که این امر می‌تواند آزاردهنده باشد^(۳). برای کاهش درد معمولاً از داروهای ضددرد مخدر و غیرمخدر استفاده می‌شود^(۴). دولوکستین دارویی ضدافسردگی از دسته مهارکننده‌های بازجذب سروتونین و نوراپی‌نفرین (SNRI) است که دارای اثر ضددرد نیز هست^(۵). این دارو از سوی سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) برای درمان اختلال افسردگی ماژور، اختلال اضطراب فراگیر، درد نوروپاتی محیطی ناشی از نوروپاتی دیابتی، فیبرومیالژیا و سندرم‌های درد اسکلتی-عضلانی مزمن تأیید شده است^(۶). همچنین، این دارو، در برخی راهنماهای بالینی، به عنوان یکی از گزینه‌های نخست درمان دردهای نوروپاتی توصیه می‌شود^(۷). ممانتین داروی ضددرد دیگری است که به عنوان یک آنتاگونیست دریافت‌کننده غیرقابلی N-methyl-D-aspartate (NMDA) با تمایل پایین تا متوسط شناخته می‌شود و مستقیماً در محل فنسیکلیدین در کانال دریافت‌کننده NMDA اثر می‌گذارد^(۸). شواهد نشان می‌دهد که مصرف ممانتین حدود یک ساعت پیش از عمل TKA می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی درد پس از عمل و نیاز به مصرف مورفین را کاهش دهد^(۹).

نویسنده مسئول:
دکتر مریم رضاپور

Email address:
Mr.mns.mr@gmail.com

افسردگی مازور یا سایر اختلالات روان‌پریشی حاد و شدید، نداشتن ناتوانی ذهنی، عدم مصرف داروهای روان‌گردان طی هشت هفته گذشته، نداشتن اختلالات شناختی مانند دمانس یا دلیریوم و عدم مصرف مواد مخدر (اپیوئیدها). معیارهای خروج شامل موارد زیر بود: بروز حساسیت دارویی یا واکنش‌های شدید ناخواسته، تغییر در پروتکل درمانی طی مطالعه، ناتوانی در مصرف داروهای خوراکی، بارداری، شیردهی یا مصرف داروهایی که با دولوکستین یا ممانتین تداخل دارند. در نهایت، ۱۸۰ بیمار (۶۰ نفر در هر گروه) واجد شرایط شناخته شدند و مطابق با پروتکل مطالعه بررسی و ارزیابی شدند. شرکت‌کنندگان به صورت تصادفی به سه گروه دارونما، دولوکستین و ممانتین تقسیم شدند. به دلیل نبود شباهت ظاهری بین داروها، تمامی داروها را فردی مسئول در ۲۸ بسته یکسان و کاملاً مشابه از نظر شکل و ظاهر بسته‌بندی کرد تا ماهیت دوسو-کور بودن مطالعه حفظ شود.

- گروه اول یک کپسول دولوکستین ۲۰ میلی‌گرمی (تولید شرکت اکتورکو، با ساختی مشابه) را دریافت کرد.
- گروه دوم یک قرص ممانتین ۱۰ میلی‌گرمی (تولید شرکت داروسازی لقمان، با ساختی مشابه) را دریافت کرد.
- گروه سوم یک قرص دارونما دریافت کرد.

بیماران، پژوهشگران و کارکنان دخیل در این فرایند مطالعه، از جمع‌آوری داده‌ها گرفته تا پیگیری بیماران، از تخصیص گروه‌ها بی‌اطلاع (دوسوکور) بودند. داروها را فردی مستقل که در هیچ‌یک از مراحل دیگر مطالعه مشارکت نداشت شماره‌گذاری و بسته‌بندی کرد تا محرمانگی و بی‌طرفی در تخصیص گروه‌ها حفظ شود. در صبح روز جراحی، تمام بیماران یک کپسول سلوکوسیب ۲۰۰ میلی‌گرمی دریافت کردند و بلافاصله پس از عمل، تزریق وریدی کتورولاک انجام شد. پس از عمل نیز، همه بیماران آپوتل یک گرم وریدی سه بار در روز (TDS) و کتورولاک وریدی دو بار در روز (BD) دریافت کردند. در صورتی که علی‌رغم این اقدامات، پیش از ترخیص، درد هنوز ادامه داشت، بیماران ۲ میلی‌گرم مورفین سولفات وریدی دریافت می‌کردند و میزان مصرف این دارو ثبت می‌شد. تمام بیماران تحت بی‌حسی نخاعی قرار گرفتند. بیماران روز پس از جراحی با واکر راه رفتند و حرکت کردند و در روز دوم پس از عمل، همراه با دستور مصرف سلوکوسیب ۲۰۰ میلی‌گرم و استامینوفن ۳۲۵ میلی‌گرم هر ۸ ساعت به مدت ۶ هفته، ترخیص شدند. داروهای مطالعه به مدت دو هفته پس از جراحی تجویز شدند و مصرف سایر مسکن‌ها تا سه ماه پس از عمل ادامه یافتند. داده‌های جمعیت‌شناختی و نمره‌های درد بر اساس مقیاس VAS پیش از جراحی، در ۱۴ روز پس از عمل و در ۳ ماه پس از عمل ثبت شدند. همچنین، عوارض جانبی داروها در هر ویزیت کنترل و مستندسازی شد. داده‌های جمع‌آوری‌شده به شکل توصیفی تحلیل شدند. داده‌ها برای متغیرهای کمی با استفاده از شاخص‌های گرایش مرکزی (میانگین و انحراف معیار) و برای متغیرهای کیفی با استفاده از تعداد و درصد به صورت خلاصه نوشته و ثبت شدند. برای بررسی نرمال بودن توزیع متغیرهای کمی از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد.

همچنین، اثربخشی ممانتین در تسکین درد در بیماران که تحت جراحی ارتوپدی قرار دارند، در مقایسه با دکسترومتورفان، بیشتر گزارش شده است و این دارو سبب رضایت بالاتر بیماران می‌شود^(۱۴).

با این حال، نتایج مطالعات گوناگون درباره اثر ضد درد دولوکستین در کنترل درد پس از عمل جراحی تا کنون متناقض بوده است. به عنوان نمونه، در مطالعه‌ای، دولوکستین موجب بهبود درد مزمن کمر با تحمل‌پذیری خوب بیماران شد^(۱۵)، در حالی که مطالعه‌ای دیگر نشان داد که افزودن این دارو به رژیم چنددارویی کنترل درد در بیماران تحت TKA سودی نداشته است^(۱۶). با وجود به‌کارگیری روش‌های گوناگون در مدیریت درد و نیز پیشرفت‌های جراحی و بیهوشی، درد همچنان یکی از چالش‌های اصلی پس از آرتروپلاستی کامل زانو (TKA) باقی مانده است^(۱۷). از آنجا که تعویض مفصل زانو عملی تهاجمی و پرهزینه به شمار می‌رود که با هدف کاهش درد، به حداقل رساندن مصرف داروهای ضد درد و بهبود عملکرد انجام می‌گیرد، کنترل مؤثر درد پس از عمل اهمیت ویژه‌ای دارد. بیماران مبتلا به استئوآرتریت (OA) معمولاً برای کاهش درد از داروهای مسکن مانند داروهای ضدالتهابی غیراستروئیدی (NSAIDs) یا مواد مخدر (اپیوئیدها) استفاده می‌کنند، در حالی که این داروها، به‌ویژه در سالمندان، ممکن است عوارض جانبی قابل‌توجه و گاه برگشت‌ناپذیری ایجاد کنند. از این رو، شناسایی داروهایی با عوارض کمتر و نیاز به مصرف کوتاه‌مدت‌تر می‌تواند تأثیر مهمی در کنترل درد، افزایش رضایت بیماران، بهبود عملکرد حرکتی و کاهش بار مالی ناشی از مصرف داروهای ضد درد و مخدر داشته باشد. بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف مقایسه اثر ضد درد داروهای دولوکستین و ممانتین در کنترل درد پس از آرتروپلاستی کامل زانو و کاهش نیاز به اپیوئیدها در بیماران مراجعه‌کننده به بیمارستان‌های امام خمینی و شفا در شهر ساری در سال ۲۰۲۴ میلادی (۱۴۰۳ هجری شمسی) طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه مطابق با اعلامیه هلسینکی انجام شده است. گزارش آن بر اساس بیانیه CONSORT 2025 (ویژه کارآزمایی‌های تصادفی‌سازی‌شده) تنظیم شد. این پژوهش به صورت کارآزمایی بالینی تصادفی دوسو-کور با کنترل دارونما طراحی و اجرا شد. حجم نمونه بر اساس مطالعه کیم (Kim) و همکاران^(۱۸) و با استفاده از فرمول محاسبه حجم نمونه برای مشخص کردن تفاوت میانگین‌های دو جامعه فقط با کنترل خطای نوع اول و در نظر گرفتن سطح معناداری ۵ درصد تعیین شد. بر اساس محاسبات انجام‌شده، تعداد کل نمونه‌ها ۱۸۰ نفر (۶۰ نفر در هر گروه) تخمین زده شد. این مطالعه بر روی ۱۸۷ بیمار که در سال ۲۰۲۴ میلادی برنامه‌ریزی شد برای انجام آرتروپلاستی کامل زانو (TKA) در بیمارستان‌های امام خمینی و شفا شهر ساری بستری شوند، طراحی شد. معیارهای ورود موارد زیر را دربر می‌گیرد: تمایل به شرکت در مطالعه با ارائه رضایت‌نامه آگاهانه، سن بیشتر از ۱۸ سال، نداشتن اختلال

اعتبار و پایایی این مقیاس، هم در سطح بین‌المللی^(۳۰) و هم در ایران، با ضریب $r = ۰/۸۸$ تأیید شده است^(۳۱). این مطالعه شامل مقایسه اثر ضددرد دولوکستین و ممانتین در درد پس از TKA و سپس مقایسه میزان مصرف اپیوئید (مورفین سولفات) طی دوره بستری شدن در سه گروه بود.

نتایج

در مطالعه حاضر، ۱۸۷ بیمار تحت TKA شرکت کردند. بر اساس جدول ۱، میانگین سنی بیماران در گروه‌های دارونما، ممانتین و دولوکستین به ترتیب برابر با $۶۵/۹۷ \pm ۷/۲۲$ سال، $۶۴/۹۸ \pm ۹/۸۵$ سال و $۶۶/۲۴ \pm ۷/۹۹$ سال بود. آزمون ANOVA یک‌طرفه نشان داد که تفاوت معناداری در میانگین سن یا شاخص توده بدنی [BMI] بین گروه‌ها وجود ندارد ($P > ۰/۰۵$). همچنین، آزمون خی-دو نشان داد که از نظر متغیر جنسیت نیز تفاوت معناداری بین سه گروه وجود ندارد ($P > ۰/۰۵$).

برای مقایسه متغیرهای کمی بین گروه‌ها از آزمون ANOVA یک‌طرفه و برای بررسی ارتباط متغیرهای کیفی از آزمون‌های خی-دو یا فیشر استفاده شد. همچنین، برای کنترل عوامل مخدوش‌کننده در مقایسه شدت درد و میزان مصرف اپیوئیدهای بین گروه‌ها از مدل‌های معادلات تخمین‌زن تعمیم‌یافته (GEE) و رگرسیون خطی چندگانه بهره گرفته شد. پس از دریافت رضایت‌نامه آگاهانه کتبی، از شرکت‌کنندگان واجد شرایط خواسته شد تا پرسش‌نامه جمعیت‌شناختی-اجتماعی را تکمیل کنند که اطلاعاتی درباره سن، جنسیت، سطح تحصیلات، شغل، شاخص توده بدنی (BMI)، محل سکونت، سطح درآمد، وضعیت تأهل و سابقه پزشکی و مصرف سیگار در آن جمع‌آوری می‌شد. اطلاعات مربوط به مدت زمان بی‌هوشی، مدت جراحی و نوع بیماری نیز از سوابق بیمارستانی استخراج شد. تمام گروه‌ها پروتکل پری‌وپراتیو استاندارد را دنبال کردند. شدت درد پیش از جراحی و در دو هفته و سه ماه پس از عمل با استفاده از مقیاس بصری آنالوگ (VAS؛ ۱۰-۰) ارزیابی شد^(۱۹).

جدول ۱: داده‌های جمعیت‌شناختی بیماران در سه گروه دارونما، ممانتین و دولوکستین

متغیر	دارونما (n = ۶۲)	ممانتین (n = ۶۲)	دولوکستین (n = ۶۲)
سن (متوسط \pm SD)	$۶۵/۹۷ \pm ۷/۲۲$	$۶۴/۹۸ \pm ۹/۸۵$	$۶۶/۲۴ \pm ۷/۹۹$
BMI (متوسط \pm SD)	$۲۹/۱۲ \pm ۳/۹۷$	$۲۹/۵۸ \pm ۴/۱۵$	$۳۰/۰۸ \pm ۳/۵۸$
جنسیت			
زن	۵۳ (۸۴/۱۰٪)	۵۴ (۸۷/۱۰٪)	۵۳ (۸۵/۵۰٪)
مرد	۱۰ (۱۵/۹۰٪)	۸ (۱۲/۹۰٪)	۹ (۱۴/۵۰٪)
تحصیلات			
ادبیات	۲۴ (۳۸/۱۰٪)	۲۱ (۳۳/۹۰٪)	۲۵ (۴۰/۳۰٪)
زیر دیپلم دبیرستان	۲۸ (۴۴/۴۰٪)	۱۷ (۲۷/۴۰٪)	۲۵ (۴۰/۳۰٪)
بالای دیپلم دبیرستان	۱۱ (۱۷/۵۰٪)	۲۴ (۳۸/۷۰٪)	۱۲ (۱۹/۴۰٪)
وضعیت تأهل			
متأهل	۵۶ (۸۸/۹۰٪)	۵۰ (۸۰/۶۰٪)	۵۵ (۸۸/۷۰٪)
مطلقه یا بیوه	۷ (۱۱/۱۰٪)	۱۲ (۱۹/۴۰٪)	۷ (۱۱/۳۰٪)
شغل			
خانه‌دار	۴۷ (۷۴/۶۰٪)	۴۵ (۷۲/۶۰٪)	۴۲ (۶۷/۷۰٪)
کارمند/بازنشسته	۵ (۷/۹۰٪)	۱۳ (۲۱/۰۰٪)	۸ (۱۲/۹۰٪)
سایر	۱۱ (۱۷/۵۰٪)	۴ (۶/۵۰٪)	۱۲ (۱۹/۴۰٪)
محل سکونت			
شهر	۴۹ (۷۷/۸۰٪)	۴۴ (۷۱/۰۰٪)	۴۱ (۶۶/۱۰٪)
روستا	۱۴ (۲۲/۲۰٪)	۱۸ (۲۹/۰۰٪)	۲۱ (۳۳/۹۰٪)
سطح درآمد			
پایین / متوسط	۵۴ (۸۵/۷۰٪)	۴۵ (۷۲/۶۰٪)	۵۰ (۸۰/۶۰٪)
بالا	۹ (۱۴/۳۰٪)	۱۷ (۲۷/۴۰٪)	۱۲ (۱۹/۴۰٪)
وضعیت سیگار کشیدن			
سیگاری	۵۹ (۹۵/۲۰٪)	۵۶ (۹۳/۳۰٪)	۵۵ (۹۱/۷۰٪)
غیرسیگاری	۳ (۴/۸۰٪)	۴ (۶/۷۰٪)	۵ (۸/۳۰٪)

*از نظر آماری معنادار بود ($P > ۰/۰۵$).

و تخصیص به یکی از سه گروه مطالعه ارتباط معناداری با میزان مصرف اوپیوئید طی بستری نداشتند ($P > 0/05$). به‌طور مشخص، با کنترل تأثیر سایر متغیرها، میانگین مصرف اوپیوئید در گروه‌های ممانتین و دولوکستین به ترتیب ۰/۱۲ و ۰/۰۱ واحد بیشتر از گروه دارونما بود، اما این تفاوت از نظر آماری معنادار نبود ($P > 0/05$). همچنین، میانگین مصرف اوپیوئید در بیماران با سطح تحصیلات زیر دیپلم در مقایسه با افراد بی‌سواد ۰/۹۳ واحد کمتر بود و این تفاوت معنادار بود ($P > 0/05$). میانگین مصرف اوپیوئید در افراد دارای دیپلم یا تحصیلات بالاتر نیز ۰/۲۸ واحد کمتر از افراد بی‌سواد بود، اما این تفاوت معنادار نبود ($P > 0/05$). علاوه بر این، به ازای هر واحد افزایش شدت درد پیش از عمل، میانگین مصرف اوپیوئید طی بستری ۰/۵۴ واحد افزایش یافت که این نیز معنادار بود ($P > 0/05$). به‌طور مشابه، به ازای هر واحد افزایش سن بیماران، میزان مصرف اوپیوئید ۰/۰۱ واحد افزایش یافت که این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). تفسیر سایر متغیرها نیز به همین شکل است و نشان می‌دهد که تغییرات اصلی مصرف اوپیوئید تحت تأثیر شدت درد پیش از عمل و سطح تحصیلات بوده است. مطابق جدول ۴، شدت درد بین سه گروه مطالعه در زمان‌های پیش از جراحی، دو هفته پس از جراحی و سه ماه پس از جراحی با هم مقایسه شد. برای تحلیل داده‌ها از مدل چندمتغیره معادلات تخمین‌زنن تعمیم‌یافته GEE استفاده شد تا شدت درد بین سه گروه ممانتین، دولوکستین و دارونما با کنترل متغیرهای مخدوش‌کننده مقایسه شود. نتایج نشان داد که فقط متغیر زمان بود که تأثیر معنادار آماری در کاهش شدت درد داشت ($P > 0/05$). بین سه گروه و سایر متغیرها، تفاوت معناداری در شدت درد مشاهده نشد ($P > 0/05$).

بنابراین، سه گروه از نظر سن، شاخص توده بدنی و جنسیت همگن بودند. با این حال، تفاوت معناداری میان توزیع فراوانی بیماران بر اساس سطح تحصیلات بین گروه‌ها وجود داشت ($P > 0/05$). بر اساس جدول ۲، میزان ۲۸/۶۰ درصد بیماران در گروه دارونما، ۶/۵۰ درصد در گروه ممانتین و ۱۹/۴۰ درصد در گروه دولوکستین دارای بیماری قلبی بودند و این تفاوت بین سه گروه از نظر آماری معنادار بود ($P > 0/05$). با این حال، تفاوت مشاهده‌شده در توزیع فراوانی سایر بیماری‌های زمینه‌ای شامل دیابت، فشار خون بالا و کلسترول خون بالا بین سه گروه معنادار نبود ($P > 0/05$).

مطابق جدول ۳ میزان مصرف اوپیوئید (مورفین سولفات) طی دوره بستری بین سه گروه با استفاده از آزمون کروسکال-والیس با هم مقایسه شد. نتایج نشان داد که میانگین میزان مصرف اوپیوئیدها طی بستری به ترتیب برابر با $5/2 \pm 70/01$ میلی‌گرم در گروه کنترل، $6/2 \pm 11/29$ میلی‌گرم در گروه ممانتین و $5/2 \pm 76/07$ میلی‌گرم در گروه دولوکستین بود. تفاوت میانگین مصرف اوپیوئیدها بین سه گروه از نظر آماری معنادار نبود.

($P > 0/05$). برای مقایسه میزان مصرف اوپیوئیدها بین سه گروه، در حالی که تأثیر عوامل مخدوش‌کننده کنترل شود، ابتدا یک مدل رگرسیون خطی تک‌متغیره بر داده‌ها برازش شد و سپس تمام متغیرهایی که در حالت تک‌متغیره $P < 0/25$ داشتند در مدل رگرسیون خطی چندگانه در نظر گرفته شدند. با کنترل تأثیر سایر متغیرها در مدل، مشخص شد که ارتباط آماری معنی‌داری میان سطح تحصیلات (زیر دیپلم در مقایسه با بی‌سواد) و شدت درد پیش از عمل با میزان مصرف اوپیوئید (مورفین) طی دوره بستری وجود دارد ($P > 0/05$). سایر متغیرها

جدول ۲: داده‌های بیماران در سه گروه دارونما، ممانتین و دولوکستین

متغیر	دولوکستین (n = ۶۲)	ممانتین (n = ۶۲)	دارونما (n = ۶۲)	P-value
بیماری زمینه‌ای				۰/۸۹
خیر	۲۰ (۳۲/۳۰٪)	۲۲ (۳۵/۵۰٪)	۲۰ (۳۱/۷۰٪)	
بله	۴۲ (۶۷/۷۰٪)	۴۰ (۶۴/۵۰٪)	۴۳ (۶۸/۳۰٪)	
دیابت				۰/۴۶
خیر	۴۸ (۷۷/۴۰٪)	۵۱ (۸۲/۳۰٪)	۴۶ (۷۳/۰۰٪)	
بله	۱۴ (۲۲/۶۰٪)	۱۱ (۱۷/۷۰٪)	۱۷ (۲۷/۰۰٪)	
فشار خون بالا				۰/۶۵
خیر	۳۰ (۴۸/۴۰٪)	۳۰ (۴۸/۴۰٪)	۲۶ (۴۱/۳۰٪)	
بله	۳۲ (۵۱/۶۰٪)	۳۲ (۵۱/۶۰٪)	۳۷ (۵۸/۷۰٪)	
کلسترول خون بالا				۰/۵۰
خیر	۳۷ (۵۹/۷۰٪)	۴۳ (۶۹/۴۰٪)	۴۲ (۶۶/۷۰٪)	
بله	۲۵ (۴۰/۳۰٪)	۱۹ (۳۰/۶۰٪)	۲۱ (۳۳/۳۰٪)	
بیماری قلبی				۰/۰۰۶
خیر	۵۰ (۸۰/۶۰٪)	۵۸ (۹۳/۵۰٪)	۴۵ (۷۱/۴۰٪)	
بله	۱۲ (۱۹/۴۰٪)	۴ (۶/۵۰٪)	۱۸ (۲۸/۶۰٪)	

*از نظر آماری معنادار بود ($P > 0/05$).

بحث

این مطالعه کنترل شده تصادفی با هدف بررسی اثر ضددرد دولوکستین (۲۰ میلی‌گرم) و ممانتین (۱۰ میلی‌گرم) که پیش و پس از عمل به بیماران تحت آرتروپلاستی کامل زانو (TKA) تجویز شد انجام شد. یافته‌های کلیدی شامل موارد زیر است:

کاهش درد وابسته به زمان: شدت درد در طول زمان در همه گروه‌ها به‌طور معناداری کاهش یافت که با الگوی معمول بهبود پس از عمل جراحی مطابقت دارد؛ زیرا التهاب و آسیب بافتی به تدریج فروکش می‌کند. این یافته با مطالعه مروری نظام‌مند چنگ (Cheng) و همکاران (۲۰۲۵) همخوانی دارد که نشان می‌دهد درد پس از جراحی طی چند هفته کاهش می‌یابد، صرف نظر از مداخلات دارویی^(۳۲).

پس از کنترل هم‌زمان متغیرهای هم‌پوشان (covariates)، میانگین شدت درد به میزان ۰/۰۶ واحد در هر روز پس از عمل کاهش یافت که این کاهش از نظر آماری معنادار بود ($P > 0/05$).

در اندازه‌گیری پایه (پیش از جراحی)، میانگین شدت درد در گروه‌های ممانتین و دولوکستین به ترتیب ۰/۱۳ و ۰/۰۵ واحد بیشتر از گروه دارونما بود، اما این تفاوت‌ها از نظر آماری معنادار نبودند ($P > 0/05$).

علاوه بر این، نرخ کاهش روزانه درد در گروه‌های ممانتین و دولوکستین به ترتیب ۰/۰۱۵ و ۰/۰۱۲ واحد در روز بود که تفاوت معناداری با گروه دارونما نداشت ($P > 0/05$).

همچنین، شدت درد در ساکنان مناطق روستایی ۰/۱۵ واحد بیشتر از ساکنان شهری بود، اما این تفاوت نیز از نظر آماری معنادار نبود ($P > 0/05$).

جدول ۳: مقایسه میزان مصرف اوپیوئید (مورفین) بین سه گروه با کنترل اثر عوامل مخدوش‌کننده با استفاده از مدل رگرسیون خطی چندگانه

P-value	مؤلفه (۹۵ درصد فاصله ...)	متغیر (سطح رفرنس)
-	-	گروه (دارونما)
۰/۷۳	-۰/۶۱ (-۰/۸۷، ۰/۱۲)	ممانتین
۰/۹۷	-۰/۷۰ (-۰/۷۲، ۰/۰۱)	دولوکستین
۰/۳۷	-۰/۰۲ (-۰/۰۵، ۰/۰۱)	سن
۰/۰۰۱	۰/۵۴ (۰/۲۱، ۰/۸۷)	شدت درد پیش از جراحی
-	-	جنسیت (زن)
۰/۷۷	-۰/۱۳ (-۱/۶۱، ۰/۷۹)	مرد
-	-	سطح تحصیلات (ادبیات)
۰/۰۱*	-۱/۹۳ (-۲/۶۶، ۰/۲۰)	زیر دیپلم
۰/۵۱	-۰/۲۸ (-۱/۱۶، ۰/۵۸)	دیپلم و بالای آن
-	-	وضعیت تأهل (متأهل)
۰/۱۳	-۰/۲۰ (-۱/۵۴، ۰/۶۷)	بیوه
-	-	درآمد خانواده (پایین، متوسط)
۰/۲۴	-۰/۳۶ (-۱/۴۳، ۰/۵۳)	بالا/ بسیار بالا
-	-	بیماری قلبی (خیر)
۰/۶۴	-۰/۹۹ (-۱/۶۱، ۰/۱۸)	بیماری قلبی (بله)

* از نظر آماری معنادار بود ($P > 0/05$).

جدول ۴: شدت درد در سه گروه: دارونما، ممانتین و دولوکستین بر اساس دوره‌های اندازه‌گیری

P-value	سه ماه بعد از جراحی	ده هفته بعد از جراحی	قبل از جراحی	گروه
<۰/۰۰۱	۱/۶۸ ± ۰/۶۰	۳/۹۶ ± ۰/۹۶	۸/۸۷ ± ۰/۹۰	دارونما
<۰/۰۰۱	۱/۶۵ ± ۰/۷۹	۳/۵۳ ± ۰/۹۳	۸/۹۴ ± ۰/۹۲	ممانتین
<۰/۰۰۱	۱/۵۵ ± ۰/۵۹	۳/۵۲ ± ۱/۰۰	۸/۸۱ ± ۰/۹۲	دولوکستین
	۰/۸۸	۰/۵۶	۰/۶۵	P-value

* از نظر آماری معنادار بود ($P > 0/05$).

تجربه کردند، اما ممانتین کاهش درد بیشتری در طول زمان نشان داد^(۳۰). به طور مشابه، در مطالعه ما، دولوکستین و ممانتین با کاهش موقتی شدت درد همراه بودند، اما هیچ یک از این مداخلات در مقایسه با دارونما از نظر آماری در کاهش درد پس از عمل یا مصرف اوپیوئیدها برتری معناداری نداشتند. در مطالعه ما، برای مقایسه شدت درد بین سه گروه مطالعه و کنترل متغیرهای مخدوش کننده، از مدل چندمتغیره معادلات تخمین زن تعمیم یافته (GEE) استفاده شد. نتایج نشان داد که فقط متغیر زمان تأثیر معنادار آماری در کاهش شدت درد داشت ($P > 0.05$). در بین گروه‌ها یا سایر متغیرها تفاوت معناداری در شدت درد مشاهده نشد ($P > 0.05$). پس از کنترل هم‌زمان متغیرهای هم‌پوشان (covariates)، میانگین شدت درد به میزان ۰/۰۶ واحد در هر روز پس از عمل کاهش یافت که این کاهش از نظر آماری معنی دار بود ($P > 0.05$). مصرف بالاتر اوپیوئید با تحصیلات پایین تر ($P > 0.05$) و شدت درد پایه هم‌بستگی داشت که این یافته با مدل‌های روان-اجتماعی ادراک درد مطابقت دارد. مشابه یافته‌های مطالعه ما، افرادی که سطح تحصیلات پایین تری دارند ممکن است سواد سلامت کمتری داشته باشند که این امر می‌تواند به ادراک بالاتر درد یا کارآمدی کمتر در مواجهه با درد منجر شود^(۳۱). مطالعه‌ای که هادن (Hadden) و همکاران در سال ۲۰۱۶ انجام دادند، نشان داد که کاهش سواد سلامت با مصرف بیشتر اوپیوئید و نتایج درد بدتر در بیماران ارتوپدی همراه است که این امر نقش عوامل روان-اجتماعی را برجسته می‌کند. همچنین، شدت درد پیش از عمل از پیش‌بینی کننده‌های مهم مصرف اوپیوئیدها بود^(۳۲).

محدودیت‌ها

نتایج بالینی ما بر اساس نمونه‌ای کوچک به دست آمده است و بنابراین باید با احتیاط تفسیر شود. ارزیابی درد فقط با پرسش‌نامه VAS انجام شد.

استفاده از ابزارهای چندبعدی مانند شاخص استئوآرتریست دانشگاه‌های وسترن انتاریو و مک‌مستر (WOMAC) می‌توانست ارزیابی بهتری از درد و عملکرد ارائه دهد. دوره پیگیری سه‌ماهه ممکن است درد ادامه‌دار پس از عمل را به خوبی نشان ندهد. این مطالعه حساسیت مرکزی را بررسی نکرد، در حالی که این عامل در تعدیل ادراک درد عاملی شناخته شده است. در نهایت، جراحی TKA عملی تهاجمی با آسیب بافتی قابل توجه است و برخی بیماران ممکن است اختلالات روانی مانند افسردگی، اضطراب یا بی‌خوابی را پس از آن تجربه کنند؛ بنابراین، هنوز مشخص نیست که کاهش علائم مستقیماً ناشی از اثر دارو در مسیرهای درد است یا از تأثیر آن در خلق و اضطراب ناشی می‌شود.

نتیجه‌گیری

تجویز روزانه این نوع مکمل غذایی به مدت حداکثر دو ماه، علاوه بر درمان استاندارد، می‌تواند بهبود قابل توجه و بالینی در درد، علائم، عملکرد و

در مطالعه ما، نه دولوکستین و نه ممانتین در مقایسه با دارونما بر کاهش درد پس از عمل یا مصرف اوپیوئیدها برتری آماری معناداری نداشتند. دولوکستین دارویی SNRI است که می‌تواند با تقویت مسیرهای مهاری نزولی در سیستم عصبی مرکزی (CNS) درد را تعدیل کند^(۳۳). سازوکار ضد درد آن از طریق تنظیم سروتونین و نوراپی‌نفرین عمل می‌کند، به طوری که مهار مسیرهای درد در مغز و نخاع افزایش می‌یابد و بخش‌هایی از لوب پیشانی مغز فعال می‌شوند^(۳۴). برخی مطالعات نشان داده‌اند که دولوکستین می‌تواند، از طریق مسدود کردن کانال‌های Na^+ و مهار فعالیت نورون‌ها در پی آسیب محیطی، اثر ضدحسی (antinoceptive) نیز داشته باشد^(۳۵). تحقیقات اخیر درباره نقش دولوکستین در مدیریت درد پس از TKA نتایج متناقضی ارائه کرده‌اند. برای مثال، پیا پینسورنساک (Piya Pinsornsak) و همکاران (۲۰۲۴) گزارش دادند که دوز پایین دولوکستین می‌تواند مصرف مورفین پس از جراحی و بهبود علائم KOOS را در هفته‌های ششم و دوازدهم کاهش دهد. با این حال، کاهش درد در حالت استراحت یا هنگام راه رفتن معنادار نبود و از این رو، از دوز پایین دولوکستین می‌توان به عنوان کمک‌درمانی در کنار روش‌های چندوجهی کنترل درد پس از TKA بهره گرفت^(۳۶).

این یافته با نتایج مطالعه ما همخوانی دارد. در مطالعه ما، دولوکستین با کاهش موقتی شدت درد همراه بود، اما هیچ یک از مداخلات (دولوکستین یا ممانتین) در مقایسه با دارونما از نظر آماری برتری معناداری در کاهش درد پس از عمل یا کاهش مصرف اوپیوئیدها نشان ندادند. مطالعه یوان (Yuan) و همکاران (۲۰۲۲) نشان داد که دولوکستین می‌تواند درد حاد پس از جراحی را بلافاصله کاهش دهد، مصرف اوپیوئیدها را کاهش دهد و به روند بهبودی کمک کند، بدون اینکه ریسک عوارض جانبی دارویی در بیماران پس از TKA افزایش یابد^(۳۷).

ممانتین یک آنتاگونیست غیررقابتی گیرنده NMDA است که فرض می‌شود، با کاهش حساسیت مرکزی و هیپرآلژزی، درد را تسکین دهد. ممانتین دارای وابستگی کم به اثر آنتاگونیستی گیرنده NMDA است و در دوزهای ۲۰-۶۰ میلی‌گرم در روز به بروز علائم روان‌پریشی‌گونه یا جدایی طلبانه (dissociation) منجر نمی‌شود. مصرف ممانتین به عنوان داروی کمکی بدون اوپیوئید پیش از جراحی در مطالعات متعددی بررسی شده است که نتایج متنوعی را نشان داده‌اند^(۳۸). نتایج مطالعه مروری نظام‌مند و متاآنالیز نیر (Nair) و همکاران (۲۰۲۴) نشان داد که مصرف ممانتین پیش از جراحی می‌تواند درد بلافاصله پس از عمل را کاهش دهد، بدون اینکه عوارض جانبی غیرمعمول ایجاد شود. با این حال، شواهد موجود در ادبیات علمی کافی نیست تا بتوان مصرف ممانتین را به عنوان اقدامی روتین پیش از جراحی‌های انتخابی توصیه کرد^(۳۹). در مطالعه سادات فخر (Saadat Fakhri) و همکاران (۲۰۲۵) در یک کارآزمایی بالینی تصادفی، اثربخشی ممانتین در کاهش درد حاد پس از عمل در مقایسه با ویتامین C در بیماران جراحی شکم ارزیابی شد. نتایج نشان داد که ممانتین به‌طور معناداری نمرات درد در ۲۴ ساعت اول را کاهش می‌دهد و مصرف مواد مخدر را کم می‌کند. هر دو گروه کاهش درد را

- 7 Atukorala I, Makovey J, Lawler L, Messier S.P, Bennell K, Hunter D.J. Is there a dose-response relationship between weight loss and symptom improvement in persons with knee osteoarthritis? *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2016;68(8):1106-14. DOI: 10.1002/acr.22805. DOI: 10.1002/acr.22805.
- 8 Hamilton T.W, Strickland L.H, Pandit H.G. A meta-analysis on the use of gabapentinoids for the treatment of acute postoperative pain following total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2016;98(16):1340-50. DOI: 10.2106/JBJS.15.01202.
- 9 Häuser W, Bock F, Engeser P, Tölle T, Willweber-Strumpf A, Petzke F. Long-term opioid use in non-cancer pain. *Dtsch Arztebl Int*. 2014;111(43):732-740. DOI: 10.3238/arztebl.2014.0732
- 10 Schuessler B. What do we know about duloxetine's mode of action? Evidence from animals to humans. *BJOG: An International J Obs Gynaecol*. 2006; 113 Suppl 1:5-9. DOI: 10.1111/j.1471-0528.2006.00877.x.
- 11 Bellingham G.A, Peng P.W.H. Duloxetine: a review of its pharmacology and use in chronic pain management. *Reg Anesth Pain Med*. 2010;35(3):294-303. DOI: 10.1097/AAP.0b013e3181df2645.
- 12 Finnerup N.B, Attal N, Haroutounian S, McNicol E, Baron R, Dworkin R.H, et al. Pharmacotherapy for neuropathic pain in adults: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Neurol*. 2015;14(2):162-73. DOI: 10.1016/S1474-4422(14)70251-0.
- 13 Rahimzadeh P, Imani F, Faiz S, Mohsenpour A.M, Nasiri A. The effect of premedication with oral memantine on pain control after orthopedic surgery. *Anesthesiol Pain*. 2013;39(4):216-222.
- 14 Taheri M, Mirkheshti A, Khak M, Adili Y. Comparing the use of memantine with dextromethorphan and placebo to reduce pain before orthopedic surgery. *J Cell Mol Anes*. 2017;2(4):e149554.
- 15 Konno S, Oda N, Ochiai T, Alev L. Randomized, double-blind, placebo-controlled phase III trial of duloxetine monotherapy in Japanese patients with chronic low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016;41(22):1709-1717. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001707.
- 16 YaDeau J.T, Brummett C.M, Mayman D.J, Lin Y, Goytizolo E.A, Padgett D.E, et al. Duloxetine and subacute pain after knee arthroplasty when added to a multimodal analgesic regimen. *Anesthesiology*. 2016;125(3):561-72. DOI: 10.1097/ALN.0000000000001228.
- 17 Emik U, Unal Y, Arslan M, Demirel C.B. The effects of memantine on recovery, cognitive functions, and pain after propofol anesthesia. *Braz J Anesthesiol*. 2016;66:485-91. DOI: 10.1016/j.bjane.2015.03.002.
- 18 Kim M.S, Koh I.J, Sung Y.G, Park D.C, Na J.W, In Y. Preemptive duloxetine relieves postoperative pain and lowers wound temperature in centrally sensitized patients undergoing total knee arthroplasty: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Clin Med*. 2021;10(13):2809. DOI: 10.3390/jcm10132809.
- 19 Mendelson G, Selwood T.S. Measurement of chronic pain: A correlation study of verbal and nonverbal scales. *J Behav Assess*. 1981;3(4):263-9.

نمره کل WOMAC بیماران استئوآرتریت زانو ایجاد کند و نسبت به دارونما برتری معنادار نشان دهد.

با توجه به هزینه کمتر نسبت به عوامل بیولوژیک و سهولت مصرف، جایگاه این دارو به‌عنوان گزینه مکمل در خطوط اولیه درمان OA قابل تأمل است. انجام کارآزمایی‌های طولانی‌تر و مقایسه مستقیم با سایر مکمل‌های رایج برای تثبیت شواهد توصیه می‌شود.

ملاحظات اخلاقی

این مطالعه پس از دریافت تأییدیه از کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی مازندران (کد: IR.MAZUMS.REC.1403.205) انجام شد و در ثبت ملی کارآزمایی‌های بالینی ایران (کد: IRCT20241013063346N1) به ثبت رسید. در طول فرایند تحقیق، استانداردهای اخلاقی به‌طور کامل رعایت شد. شرکت‌کنندگان کاملاً از محرمانه بودن اطلاعات خود مطلع شدند و پیش از تکمیل پرسش‌نامه‌ها، رضایت‌نامه آگاهانه کتبی ارائه کردند.

حمایت مالی

دانشگاه علوم پزشکی مازندران از این مطالعه حمایت مالی کرده است.

تقدیر و تشکر

نویسندگان مراتب تقدیر و تشکر خود را از واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان امام خمینی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران جهت پشتیبانی و همکاری در طول دوره مطالعه اعلام می‌دارند.

منابع

- 1 Cui A, Li H, Wang D, Zhong J, Chen Y, Lu H. Global, regional prevalence, incidence and risk factors of knee osteoarthritis in population-based studies. *EClinicalMedicine*. 2020;29-30: 100587. DOI: 10.1016/j.eclinm.2020.100587.
- 2 Bruyère O, Honvo G, Veronese N, Arden N.K, Branco J, Curtis E.M, et al. An updated algorithm recommendation for the management of knee osteoarthritis from the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases (ESCEO). *Semin Arthritis Rheum*. 2019;49(3):337-350. DOI: 10.1016/j.semarthrit.2019.04.008.
- 3 Yang G, Wang J, Liu Y, Lu H, He L, Ma C, et al. Burden of knee osteoarthritis in 204 countries and territories, 1990–2019: results from the global burden of Disease Study 2019. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2023;75(12):2489-500. DOI: 10.1002/acr.25158.
- 4 Farsad F, Davoudi Z, Delkash P, Ahmadvadeh A. Comparison of the Analgesic Effect of Glucosamine Sulfate with Duloxetine in Patients with Knee Osteoarthritis. *Res Med*. 2023;47(2):1-11.
- 5 Katz J.N, Arant K.R, Loeser R.F. Diagnosis and treatment of hip and knee osteoarthritis: a review. *Jama*. 2021;325(6):568-78. DOI: 10.1001/jama.2020.22171.
- 6 Allen K.D, Thoma L.M, Golightly Y.M. Epidemiology of osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2022;30(2):184-95. DOI: 10.1016/j.joca.2021.04.020.

- 20 Vickers E.R, Cousins M.J, Woodhouse A. Pain description and severity of chronic orofacial pain conditions. *Aust Dent J.* 1998;43(6):403-9. DOI: 10.1111/j.1834-7819.1998.tb00200.x.
- 21 Amin M.R, Siratinayer M, Abadi A, Moradyan T. Correlation between visual analogue scale and short form of McGill questionnaire in patients with chronic low back pain. *Qom Univ Med Sci J.* 2012;6(1).
- 22 Cheng H.Y, Beswick A.D, Bertram W, Siddiqui M.A, Goberman-Hill R, Whitehouse M.R, et al. What proportion of people have long-term pain after total hip or knee replacement? An update of a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open,* 2025;15(5):e088975. DOI: 10.1136/bmjopen-2024-088975.
- 23 Cytla B, Skorupa M, Marczyk Ł, Łach A, Gil K. The efficacy of peri-operative duloxetine on reducing post-operative pain and opioid doses-literature review. *J Pre Clin Clin Res.* 2024;18(3):236-245. DOI: 10.26444/jpccr/189646.
- 24 Lin Y, Jiang M, Liao C, Wu Q, Zhao J. Duloxetine reduces opioid consumption and pain after total hip or knee arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research,* 2024;19(1):181. DOI: 10.1186/s13018-024-04648-5.
- 25 Stoetzer C, Papenberg B, Doll T, Völker M, Heineke J, Stoetzer M, et al. (2016). Differential inhibition of cardiac and neuronal Na⁺ channels by the selective serotonin-norepinephrine reuptake inhibitors duloxetine and venlafaxine. *Eur J Pharmacol.* 2016;783:1-10. DOI: 10.1016/j.ejphar.2016.04.051.
- 26 Pinsornsak P, Phunphakchit J, Pinsornsak P, Boontanapibul K. (2024). Does postoperative low-dose duloxetine provide analgesic effect and lower morphine consumption after primary total knee arthroplasty? A prospective, double-blind, randomized controlled trial. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2024;144(11):4979-4987. DOI: 10.1007/s00402-024-05591-0.
- 27 Yuan M, Tang T, Ding Z, Li H, Zhou Z. (2022). Analgesic effect of perioperative duloxetine in patients after total knee arthroplasty: a prospective, randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord.* 2022;23(1):242. DOI: 10.1186/s12891-022-05194-z.
- 28 Kurian R, Raza K, Shanthanna H. A systematic review and meta-analysis of memantine for the prevention or treatment of chronic pain. *Eur J Pain.* 2019;23(7):1234-1250. DOI: 10.1002/ejp.1393.
- 29 Nair A, Dudhedia U, Thakre M, Borkar N. Efficacy of memantine premedication in alleviating postoperative pain-A systematic review and meta-analysis. *Saudi J Anaesth.* 2024;18(1):86-94. DOI: 10.4103/sja.sja_398_23.
- 30 Saadat Fakhri M, Mohajeri A, Amini B, Shah Hosseini R, Rafizadeh F, Esmaeili E, et al. Comparative efficacy of memantine and vitamin C in postoperative pain management: a randomized clinical trial. *Pain Manag,* 2025;15(7):379-385. DOI: 10.1080/17581869.2025.2516415.
- 31 Çevik H.S, Emiral G.Ö, Özcan MF, Aldemir F, Çevik, H.B. Health literacy in orthopaedic lower limb trauma patients: A cross-sectional survey study. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2024;110(1):103605. DOI: 10.1016/j.otsr.2023.103605.
- 32 Hadden K.B, Prince L.Y, Barnes C.L. (2016). Health Literacy and Opioid Use in Orthopaedic Patients. *J Surg Orthop Adv,* 2016;25(4):234-237.

نتایج رادیوگرافیک جراحی گرافت استخوانی بدون پایه عروقی در جوش نخوردگی اسکافوئید

چکیده:

مقدمه: پیوند استخوان به عنوان اصلی‌ترین رکن درمانی عدم جوش خوردگی است که ممکن است با توجه به یافته‌های حین عمل جراحی همراه با فیکساسیون یا بدون آن انجام شود. این مطالعه به بررسی نتایج رادیوگرافیک جوش خوردگی در بیماران دچار این شکستگی در گرافت استخوانی بدون پایه عروقی می‌پردازد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه مقطعی بیمارانی که جوش نخوردگی اسکافوئید در یک دوره ۴ ساله در مراکز آموزشی شهر درمان شده بودند به روش نمونه‌گیری سرشماری بررسی شدند. بیماران با پیوند استخوان بدون پایه عروقی درمان شده بودند. بیماران تا زمان جوش خوردن کامل رادیولوژیک، از نظر ترمیم و عوارض، پیگیری و با گچ بی‌حرکت بودند. سپس رادیوگرافی سریال تا زمان وقوع جوش خوردگی از بیماران گرفته شد. آنالیز داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام شد.

نتایج و بحث: ۴۳ بیمار با میانگین سنی $29/91 \pm 8/58$ سال وارد مطالعه شدند. ۱۳ نفر عارضه داشتند که شامل ۶ نفر محدودیت در حرکت و ۷ نفر درد می‌شد. ۱۵ نفر (۳۴/۹) از بیماران پس از شکستگی دچار نکروز آواسکلار شده بودند. میانگین مدت‌زمان جراحی از اولین برش تا پایان آن $49/16 \pm 5/98$ دقیقه بود. میانگین مدت‌زمان سپری‌شده از جراحی تا اولین شواهد جوش خوردگی بر اساس گرافی بیمار $36/59 \pm 47/42$ روز بود که جوش خوردگی استخوان اسکافوئید در تمامی بیماران رخ داد.

نتیجه‌گیری: مطالعه ما نشان داد که جراحی گرافت استخوانی بدون پایه عروقی در تمام بیماران، حتی با نکروز آواسکلار، منجر به جوش خوردن اسکافوئید شد و عملکرد دست بهبود یافت. عوارض عمدتاً خفیف بودند تنها در ۳۰/۲٪ از بیماران عوارضی همچون درد مچ دست و محدودیت حرکت مشاهده گردید.

واژگان کلیدی: استخوان اسکافوئید، استئونکروز، پیوند استخوان

پذیرش مقاله: ۴۳ روز قبل از چاپ

دکتر مهران رضوی پور، دکتر سلمان غفاری، دکتر الهه فلاح

مقدمه

۱. مرکز تحقیقات ارتوپدی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۲. کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

در دست، مجموعاً ۱۳ استخوان بخشی از مچ را تشکیل می‌دهند: هشت استخوان مچ دست - اسکافوئید، لونیت، کونئی فرم، پیزیفرم، تراپزوئید، تراپزیوم، کپیتیت (capitate) و همیت (hamate) و پنج استخوان متاکارپال^(۱). استخوان اسکافوئید یکی از استخوان‌های مچ دست است که بین دست و ساعد در قسمت شست مچ دست قرار دارد (طرف جانبی یا رادیال) و مرز رادیال کارپال تونل را تشکیل می‌دهد^(۲). شکستگی استخوان اسکافوئید شایع‌ترین شکستگی در بین استخوان‌های مچ دست است که اکثراً در افراد جوان و فعال اتفاق می‌افتد. در اندام فوقانی شکستگی اسکافوئید پس از دیستال رادیوس شایع‌ترین شکستگی می‌باشد، ولی بر خلاف دیستال رادیوس در مردان جوان در دهه دوم و سوم شایع‌تر است^(۳،۴). استخوان اسکافوئید تقریباً به طور کامل با غضروف پوشیده شده است و به همین دلیل ظرفیت بهبود پرئوستال آن کم است و جوش خوردگی تاخیری و عدم جوش خوردگی آن زیاد است^(۳،۴). جوش نخوردگی استخوان اسکافوئید اگر درمان نشود باعث تغییرات دژنراتیو مفصل مچ دست می‌شود. این تغییرات در جوش نخوردگی - های پروگزیمال این استخوان بیشتر از دیستال آن می‌باشد^(۳،۴).

درمان جراحی برای اسکافوئید جوش نخورده یا شکستگی که درمان غیر جراحی با شکست مواجه شده است، اندیکاسیون می‌یابد. یکی از اصول اساسی در درمان عدم جوش خوردگی اسکافوئید دبریدمان بافت فیبری و غیر قابل حیات استخوان در شکستگی است که با انجام این کار یک نقص استخوانی ایجاد می‌شود و این نقص باید با گرافت استخوانی پر شود^(۵). گرافت استخوانی با پایه عروقی^۱ در جوش نخوردگی‌های شکستگی در پروگزیمال استخوان اسکافوئید مخصوصاً در مواردی که قطعه پروگزیمال نکروز شده باشد و یا درمان با گرافت معمولی با شکست مواجه شده باشد، اندیکاسیون دارد^(۶). روش دیگر گرافت استخوانی غیر عروقی^۲ می‌باشد که جزو درمان‌های سنتی جوش دادن استخوان است^(۷،۸).

نویسنده مسئول:
دکتر الهه فلاح

Email address:
zeinabfallah1375@gmail.com

1 Avascular bone graft

2 Non-vascularized bone graft

و کنترل با آزمون تی تست مستقل و یا معادل ناپارامتریک ان یعنی من ویتنی انجام گردید.

نتایج

در این مطالعه با در نظر گرفتن معیار های ورود و خروج ۴۳ بیمار وارد مطالعه شدند. میانگین سنی کلی بیماران $۸/۵۸ \pm ۲۹/۹۱$ سال (کمترین سن ۱۴ سال و بیشترین سن ۵۳ سال) بود. بیشتر بیماران ۲۵ نفر ($۵۸/۱\%$) آسیب دیدگی اسکافوئید سمت راست داشتند و در مقابل ۱۸ نفر سمت چپشان درگیر بوده است. همه بیماران دچار جوش نخوردگی اسکافوئید بودند و تمامی گرافت های استخوانی بدون پایه عروقی بود. در جدول ۱ مشخصات دموگرافیک همه بیماران مشخص گردید. بیشترین ناحیه شکستگی در بیماران قسمت پروگزیمال (۴۰ نفر) بود و همگی با درد در ناحیه مچ دست مراجعه کردند. همه بیماران با MRI بررسی شدند و بیشترین یافته مشاهده شده در MRI عدم جوش خوردگی (Non-union) اسکافوئید در ۴۳ نفر بود (جدول ۲).

جدول ۱: میانگین سن همه بیماران

متغیر ها	میانگین	انحراف معیار	بیشترین	کمترین
سن (سال)	۲۹/۹۱	۸/۵۸	۵۳	۱۴

جدول ۲: فراوانی سمت درگیری در دست

درصد	فراوانی	سمت آسیب دیده
۵۸/۱	۲۵	راست
۴۱/۹	۱۸	چپ
۱۰۰	۴۳	کل

۱۵ بیمار ($۳۴/۹\%$) نیز دچار نکرور آوسکولار شده بودند. فیکساسیون در ۳۵ بیماران توسط پین شماره یک و در ۸ نفر بقیه با پیچ هربرت انجام شده بود. جوش خوردگی کامل استخوان اسکافوئید در هر ۴۳ بیمار پس از جراحی و پیوند استخوان غیر عروقی، بدست آمد. ۳۰ نفر از بیماران پس از جراحی عارضه ای را گزارش نکردند ولی ۱۳ نفر از بیماران پس از جراحی عارضه داشتند که ۶ نفر محدودیت در حرکت و ۷ نفر درد را ذکر کردند. تمامی بیماران توانایی فعالیته روزمره را با دست خود را داشتند و هیچکدام شکایتی از عدم فعالیت نداشت. مشخصات بالینی بیماران در جدول ۳ نشان داده شده است. میانگین مدت زمان جراحی از اولین برش تا پایان آن $۹۸/۵ \pm ۴۹/۱۶$ دقیقه بود. میانگین مدت زمان سپری شده از شکستگی اسکافوئید تا عمل جراحی $۴۷/۴۲ \pm ۳۶/۵۹$ هفته بود. میانگین مدت زمان سپری شده و پیگیری بیماران جراحی تا بهبودی کامل $۷۳/۸۵ \pm ۱۴۵/۷۹$ ماه گزارش شد. میانگین مدت زمان سپری شده از جراحی تا اولین شواهد جوش خوردگی بر اساس عکس رادیولوژی (گرافی) بیمار $۴۷/۴۲ \pm ۳۶/۵۹$ روز بود (جدول ۴).

چندین محقق نتایج خوبی را برای گرافت استخوانی غیر عروقی گزارش نمودند و همچنین فوایدی همچون کمتر بودن مدت زمان بیهوشی نسبت به روش عروقی، راحت تر بودن جراحی و همچنین عدم نیاز به تخصص را دارا می باشد که می توان به آن ها اشاره نمود^(۵-۷).

نکرور آواسکولار (AVN) یک اتفاق شایع در بیماران آسیب دیده ارتوپدی می باشد و مطالعات نشان داده‌اند که در ۱۳ تا ۵۰ درصد شکستگی های استخوان اسکافوئید که در یک پنجم بالایی ناحیه پروگزیمال اتفاق می افتد، نکرور آواسکولار (AVN) دیده می شود. نکرور آواسکولار در اثر دلایل مختلفی از جمله مصرف الکل و گلوکوکورتیکوئیدها، مشکلات خونی و آنمی، تروما ها و شکستگی ها و غیره ممکن است رخ دهد^(۱۰،۱۱). این عارضه می تواند عواقبی همچون جوش نخوردن یا طولانی تر شدن زمان بهبود پیوند و درمان شکستگی، از بین رفتن مفصل و کاهش موفقیت درمان را به همراه داشته باشد^(۱۲،۱۳).

مواد و روش ها

این مطالعه از نوع مقطعی - گذشته نگر است. در این مطالعه بیمارانی که به بخش ارتوپدی بیمارستان های مراکز آموزشی درمانی دانشگاه علوم پزشکی مازندران با شکایت درد مچ دست مراجعه کرده بودند و در آن ها جوش نخوردگی استخوان اسکافوئید تشخیص داده شده بود وارد مطالعه شدند و بیمارانی که اطلاعات پرونده شان من جمله رادیوگرافی گرفته شده یا روش جراحی متفاوت از مطالعه ما بوده از مطالعه خارج شده اند. دوره زمانی مطالعه از سال ۱۳۹۴ الی ۱۳۹۸ می باشد. روش نمونه گیری سرشماری پیش بینی شده است؛ یعنی تمامی بیماران دارای معیارهای ورود وارد مطالعه میشوند. از این رو برآورد حجم نمونه ضرورتی ندارد. از بیماران رضایت عمل گرفته شد و مدت زمان عمل از زمان اولین برش تا زمان اتمام ترمیم کامل پوست یادداشت شد. عمل جراحی توسط یک جراح فوق تخصص دست انجام شد. گرافت کورتیکوکانسلوس از ناحیه کرسٹ ایلیاک انتخاب شد جراحی به روش ماتیروس و فیکساسیون با پیچ هربرت یا پین شماره ۱ انجام شد و بعد از آن برای بیمار به مدت ۲ هفته آتل شوگر تانگ گرفته شده بعد از ۲ هفته آتل به گچ تامپ اسپایکا تبدیل و در پایان ۶ هفته رادیوگرافی از دست تهیه شده است و از نظر جوش خوردگی اسکافوئید توسط جراح و یک رادیولوژیست بررسی شد. سپس هر یک ماه از بیماران رادیوگرافی کنترل گرفته شد و از نظر جوش خوردگی توسط جراح و رادیولوژیست بررسی شد. در نهایت بیماران تا زمان جوش خوردن کامل رادیولوژیک، از نظر ترمیم و عوارض، پیگیری و با گچ بی حرکت بودند. ورود و آنالیز داده ها در نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام شد.

توصیف متغیرها بر حسب درصد، میانگین، انحراف معیار و چارک و میانه صورت گرفت. از آزمون شاپیروویلک برای بررسی برخورداری از توزیع نرمال استفاده شد. مقایسه بین متغیرهای گروه بندی شده با آزمون کای اسکوئر یا آزمون دقیق فیشر و مقایسه متغیرهای کمی بین دو گروه مورد

جدول ۳: مشخصات بالینی بیماران

درصد	فراوانی	متغیرها	
۳۰/۲٪	۱۳	دارد	عارضه پس از جراحی
۶۹/۸٪	۳۰	ندارد	
۱۳/۹٪	۶	محدودیت حرکت	نوع عارضه پس از جراحی
۱۶/۳٪	۷	درد	
۸۱/۴٪	۳۵	پین شماره یک	نوع فیکساسیون
۱۸/۶٪	۸	پیچ هربرت	
۹۳٪	۴۰	پروگزیمال	محل شکستگی اسکافوئید
۷٪	۳	Waist	
۳۴/۹٪	۱۵	دارد	وجود نکرور اوسکولار
۶۵/۱٪	۲۸	ندارد	
۱۰۰٪	۴۳	عدم جوش خوردگی	یافته های MRI
۳۴/۹٪	۱۵	نکرور اوسکولار	

جدول ۴: میانگین (انحراف معیار) مدت زمان جراحی، مدت زمان سپری شده تا جراحی، مدت زمان سپری شده تا اولین شواهد جوش خوردگی بر اساس عکس رادیولوژی

متغیرها			
بیشترین	کمترین	انحراف معیار	میانگین
۶۵/۰۰	۴۲/۰۰	۵/۹۸	۴۹/۱۶
مدت زمان جراحی (دقیقه)			
۲۰۶/۸	۶/۰۰	۴۷/۴۲	۳۶/۵۹
مدت زمان سپری شده از شکستگی تا جراحی (هفته)			
۲۰۶/۸	۶/۰۰	۴۷/۴۲	۳۶/۵۹
مدت زمان سپری شده از جراحی تا اولین شواهد رادیوگرافیک جوش خوردگی (روز)			
۳۳۰/۰۰	۵۹/۰۰	۷۳/۸۵	۱۴۵/۷۹
مدت زمان سپری شده از جراحی تا بهبودی کامل (هفته)			

هم چنین گروه های گروه های گرفت با پایه عروقی به طور قابل توجهی زودتر از ۱/۷۳ هفته به جوش خوردگی استخوان رسیدند ($P < ۰/۰۱$). تفاوت قابل توجهی در نتایج عملکردی، از جمله دامنه حرکتی فعال و قدرت گرفتن وجود نداشت و میزان نیاز به عمل جراحی مجدد بین دو گروه مشابه بود ($P = ۰/۶۵$)^(۱۷).

در مطالعه سلیمان پور و همکاران، ۲۰ بیمار، ۱۹ مذکر و ۱ مونث با سن متوسط ۲۵/۶۲ (۴۰-۱۷) سال بررسی شدند که از مطالعه ما کمتر بود. ۱۷ شکستگی در کمر و ۳ شکستگی در قطب پروگزیمال قرار داشت. با این حال در مطالعه ما بیشتر در ناحیه پروگزیمال بود. درد به همراه کاهش قدرت گرفتن بترتیب در ۱۱ و ۹ مورد وجود داشت. پس از عمل، دامنه حرکتی بطور معنی داری تغییر نکرد.

تعداد بیماران با شکایت درد در انتهای بررسی بطور معنی داری کاهش یافت (از ۱۰۰٪ به ۲۵٪) و همچنین عوارضی شامل: شکستگی پین (۲ مورد)، تغییر شغل (۲ مورد)، عدم جوش خوردگی (۱ مورد)، جوش خوردن تاخیری (۱ مورد) و تحریک محل پین (۱ مورد) وجود داشت^(۱۸). بیشترین عارضه پس از جراحی در مطالعه ما، ۵ مورد درد و ۵ مورد محدودیت حرکت دست بوده است. Schneider و همکاران بیماران دچار

بحث

گرفت استخوان با پایه غیر عروقی و فیکساسیون rigid internal باعث بهبود موفقیت آمیز شکستگی های جوش نخورده اسکافوئید همراه با آسیب عروق شده است، همانطور که توسط ارزیابی های پذیرفته شده قبل از عمل، حین عمل و هیستوپاتولوژیک نشان داده شده است^(۱۴). مطالعه حاضر با هدف ارزیابی نتایج جوش خوردگی رادیوگرافیک درمان جراحی گرفت استخوانی بدون پایه عروقی در جوش نخوردگی اسکافوئید با و بدون نکرور اوسکولار طراحی و اجرا شد.

در مطالعه حاضر، مدت زمان جراحی، طول مدت زمان جوش خوردگی و میزان جوش خوردگی سنجیده شد. میزان جوش خوردگی حاصل از روش های گرفت غیر عروقی که در مقالات مختلف گزارش شده، از ۶۰ تا ۹۵٪ متغیر بوده است.

این در حالی است که در گرفت های عروقی این میزان بین ۸۰ تا ۱۰۰ درصد است^(۱۵،۱۶). متاتالیزها نشان دادند که میزان جوش خوردگی در گروه های گرفت با پایه عروقی ۱/۱۳ برابر گروه های گرفت های بدون پایه عروقی ($P = ۰/۰۰۲$) است.

منابع

- Eathorne S.W. The wrist: Clinical anatomy and physical examination—An update. *Prim Care*. 2005;32(1):17-33. DOI: 10.1016/j.pop.2004.11.009.
- Kozin S.H. Incidence, mechanism, and natural history of scaphoid fractures. *Hand clin*. 2001;17(4):515-524.
- Derby B, Murray P.M, Shin A.Y, Bueno R.A, Mathoulin C.L, Ade T, et al. Vascularized bone grafts for the treatment of carpal bone pathology. *Hand (N Y)*. 2013;8:27-40. DOI: 10.1007/s11552-012-9479-0.
- Jones Jr D.B, Rhee P.C, Shin A.Y. Vascularized bone grafts for scaphoid nonunions. *J Hand Surg Am*. 2012;37:1090-4. DOI: 10.1016/j.jhsa.2012.03.001.
- Matsuki H, Ishikawa J, Iwasaki N, Uchiyama S, Minami A, Kato H. Non-vascularized bone graft with Herbert-type screw fixation for proximal pole scaphoid nonunion. *J Orthop Sci*. 2011;16:749-55. DOI: 10.1007/s00776-011-0158-8.
- Steinmann S.P, Bishop A.T, Berger R.A. Use of the 1,2 intercompartmental suprarreticular artery as a vascularized pedicle bone graft for difficult scaphoid nonunion. *J Hand Surg Am*. 2002, 27: 391-401. DOI: 10.1053/jhsu.2002.32077.
- Malizos K.N, Zachos V, Dailiana Z.H, Zalavras C, Varitimidis S, Hantes M, Karantanas A. Scaphoid nonunions: management with vascularized bone grafts from the distal radius: a clinical and functional outcome study. *Plast Reconstr Surg*. 2007;119:1513-25. DOI: 10.1097/01.prs.0000256144.52654.da.
- Krimmer H. Management of acute fractures and nonunions of the proximal pole of the scaphoid. *J Hand Surg Br*. 2002;27:245-8. DOI: 10.1054/jhsb.2001.0736.
- Stark H.H, Rickard T.A, Zemel N.P, Ashworth C.R. Treatment of ununited fractures of the scaphoid by iliac bone grafts and Kirschner-wire fixation. *J Bone Joint Surg Am*. 1988;70(7): 982-91.
- Steinmann, S.P, Adams J.E. Scaphoid fractures and nonunions: diagnosis and treatment. *J Orthop Sci*. 2006;11:424-31. DOI: 10.1007/s00776-006-1025-x
- Herbert T.J, Fisher W.E. Management of the fractured scaphoid using a new bone screw. *J Bone Joint Surg Br*. 1984;66:114-23. DOI: 10.1302/0301-620X.66B1.6693468.
- Koo K.H, Kim R, Kim Y.S, Ahn I.O, Cho S.H, Song H.R, et al. Risk period for developing osteonecrosis of the femoral head in patients on steroid treatment. *Clin Rheumatol*. 2002;21(4):299-303. DOI: 10.1007/s100670200078.
- Oinuma K, Harada Y, Nawata Y, Takabayashi K, Abe I, Kamikawa K, et al. Osteonecrosis in patients with systemic lupus erythematosus develops very early after starting high dose corticosteroid treatment. *Ann Rheum Dis*. 2001;60(12):1145-8. DOI: 10.1136/ard.60.12.1145.
- Rancy S.K, Swanstrom M.M, DiCarlo E.F, Sneag D.B, Lee S.K, Wolfe S.W, et al., Success of scaphoid nonunion surgery is independent of proximal pole vascularity. *J Hand Surg Eur Vol*. 2018;43(1):32-40. DOI: 10.1177/1753193417732003.

شکستگی جوش نخورده اسکافوئید را به روش گرافت غیر واسکولار تحت درمان قرار دادند. در این مطالعه ۳۵ بیمار جوش نخورده مورد بررسی قرار گرفتند. در نتایج تصویربرداری مغناطیسی ۹ نفر از ۲۳ نفر در قسمت پروگزیمال ایسکمی بدون نکروز دیده شد. ۱۴ نفر از ۳۲ نفر دچار نکروز trabecular شده و ۴ نفر از ۳۳ نفر دچار نکروز بافتی شدند. از این بین در نهایت ۳۰ نفر از ۳۳ نفر با این روش گرافت استخوانی قوی ای را داشتند^(۱۴).

در مطالعه Severo و همکاران، از میان گرافت‌ها با پایه عروقی در کمترین حالت ۲۷٪ و بیشترین حالت ۱۰۰٪ جوش خوردگی را داشته اما در بیماران دارای نکروز در کمترین حالت ۱۲.۵٪ جوش خوردگی وجود داشت. این آمار برای پیوند‌های غیر عروقی بین ۵۲-۱۰۰ درصد بوده که در هنگام نکروز این آمار ثابت بوده و تغییر نکرده است^(۱۹). در مطالعه حاضر، یافته‌های MRI نشان داد که در اکثر بیماران، عارضه جوش نخوردن وجود دارد. با این حال ۱۵ نفر از ۴۳ نفر به طور همزمان، هر دو عارضه (AVN, nonunion) را با هم داشتند. ما ۱۰۰٪ جوش خوردگی را پس از گرفت بدون پایه عروقی در بین بیماران داشتیم حتی در بیمارانی که AVN داشتند. مدت زمان مورد نیاز برای بی حرکتی در استفاده از گرافت غیر عروقی بین ۴ تا ۶ ماه می‌باشد ولی مدت زمان مورد نیاز برای جوش خوردگی و بی حرکتی میچ دست با روش درمانی گرافت پایه عروقی-عضلانی و تثبیت قطعات استخوان با پین، بین ۷-۱۶ هفته متغیر است^(۱۰). در مطالعه ما، مدت زمان لازم برای جوش خوردگی از زمان انجام جراحی تا بهبودی کامل ۵ ماه بود. مطالعه ما محدودیت‌هایی نیز داشت. به علت این که این مطالعه مقطعی است امکان برقراری رابطه علت معلولی امکان پذیر نبود. به علت توصیفی بودن این مطالعه، امکان تحلیل و تفسیر بیشتر اطلاعات برای ما مقدور نبود. هم چنین حجم نمونه این مطالعه کوچک است.

نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر نشان داد که جراحی گرافت استخوانی بدون پایه عروقی در تمامی بیماران این مطالعه منجر به علائم رادیوگرافیک جوش خوردن استخوان اسکافوئید شده است. حتی در بیمارانی که AVN داشتند هم این جوش خوردگی دیده شد بنابراین روش می‌تواند در جوش خوردن استخوان اسکافوئید موثر باشد. در این مدت در بیماران علائم آرتروز دیده نشد. تمامی بیماران توانایی فعالیت روزمره را با دست خود را داشتند و هیچکدام شکایتی از عدم فعالیت نداشتند. ۳۰٪ از بیماران دچار عارضه شده بودند که میزان خفیفی از درد و محدودیت حرکت دست بوده است.

تقدیر و تشکر

نویسندگان مراتب تقدیر و تشکر خود را از واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان امام خمینی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران جهت پشتیبانی و همکاری در طول دوره مطالعه اعلام می‌دارند.

- 15 Toh S, Miura H, Arai K, Yasumura M, Wada M, Tsubo K. Scaphoid fractures in children: problems and treatment. *J Pediatr Orthop*. 2003;23(2):216-221.
- 16 Zaidemberg C, Siebert J.W, Angrigiani C. A new vascularized bone graft for scaphoid nonunion. *J Hand Surg Am*, 1991;16(3):474-478. DOI: 10.1016/0363-5023(91)90017-6.
- 17 Zhang H, Gu J, Liu H, Yuan C. Pedicled vascularized versus non-vascularized bone grafts in the treatment of scaphoid non-union: a meta-analysis of comparative studies. *ANZ J Surg*. 2021;91(11):E682-E689. DOI: 10.1111/ans.16894.
- 18 Sadri E, Mazloumi SM, Omidi Kashani F. Pronator quadratus pedicle bone graft in scaphoid fracture non-union. *Iranian J Orthopaedic Surg*. 2005;4(1 (13)):81-85. Available from: <https://sid.ir/paper/85405/en>.
- 19 Severo A.L, Lemos M.B, Lech O.L.C, Filho D.B, Strack D.P, Candido L.K. Bone graft in the treatment of nonunion of the scaphoid with necrosis of the proximal pole: a literature review. *Rev Bras Ortop*. 2017;52:638-643. DOI: 10.1016/j.rboe.2016.11.011.

مروری بر کاربرد و نقش انواع پیچ‌ها در جراحی ارتوپدی (مقاله مروری)

چکیده:

پیچ‌های ارتوپدی نقش حیاتی در فیکساسیون داخلی برای تثبیت شکستگی‌ها، یونین سطح مفصلی و انجام استئوتومی دارند. پیشرفت‌های اخیر در علوم مواد و بیومکانیک منجر به توسعه انواع مختلف پیچ‌های ارتوپدی شده است که هدف آن‌ها بهینه‌سازی استحکام فیکساسیون و کاهش عوارض پس از جراحی است. درک ویژگی‌های بیومکانیکی، طبقه‌بندی و نوآوری‌های فناوری پیچ‌های ارتوپدی برای بهبود نتایج جراحی ضروری است. این مطالعه یک بررسی جامع از طبقه‌بندی، طراحی، ویژگی‌های بیومکانیکی و کاربردهای بالینی پیچ‌های ارتوپدی ارائه می‌دهد. با تحلیل سیستماتیک منابع علمی، انواع مختلف پیچ‌ها بر اساس ترکیب مواد، ویژگی‌های مکانیکی و تکنیک‌های فیکساسیون مورد ارزیابی قرار گرفتند. همچنین، فناوری‌های نوظهور از جمله پیچ‌های زیست‌تخریب‌پذیر، پیچ‌های قفل‌شونده و ایمپلنت‌های هوشمند از نظر تأثیر آن‌ها بر جراحی ارتوپدی مدرن بررسی شدند. نتایج نشان می‌دهند که پیچ‌های قفل‌شونده (لاک) در استخوان‌های استئوپروتیک و شکستگی‌های پیچیده، استحکام فیکساسیون برتری داشته و خطر شکست ایمپلنت را کاهش می‌دهند. پیچ‌های زیست‌تخریب‌پذیر پتانسیل حذف نیاز به جراحی ثانویه برای برداشت ایمپلنت را دارند، اما چالش‌هایی نظیر کنترل نرخ تخریب آن‌ها همچنان حل‌نشده باقی مانده است. همچنین، پیچ‌های دارو-ریش تأثیر مثبتی در کاهش نرخ عفونت‌های پس از جراحی نشان داده‌اند، اما مطالعات بیشتری برای تعیین دوز بهینه دارو و نحوه آزادسازی آن مورد نیاز است. پیشرفت‌های اخیر در فناوری پیچ‌های ارتوپدی، از جمله نوآوری‌های مواد و بهبود طراحی مکانیکی، نتایج بالینی را به طور قابل‌توجهی ارتقا داده‌اند. باین‌حال، چالش‌هایی همچنان در مورد پایداری طولانی‌مدت پیچ‌های زیست‌تخریب‌پذیر، بهینه‌سازی خواص مکانیکی و کاهش عوارض ناشی از ایمپلنت‌ها وجود دارد. تحقیقات آینده باید بر توسعه ایمپلنت‌های متناسب با بیمار و اصلاح طراحی‌های بیومکانیکی متمرکز شوند تا میزان موفقیت جراحی‌ها را افزایش دهند.

واژگان کلیدی: دستگاه‌های تثبیت ارتوپدی، تثبیت‌کننده‌های داخلی، پیچ‌های استخوانی، پیچ‌های پدیکول

پذیرش مقاله: ۴۱ روز قبل از چاپ

دکتر صالح ولیدی، دکتر احسان قدیمی، دکتر سید پویا طباطبایی ایرانی، دکتر عرفان خسروی، دکتر سید هادی کلانتر

مقدمه

مجمع بیمارستانی امام خمینی (ره)، مرکز تحقیقات بازسازی مفاصل، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

پیچ‌های ارتوپدی نقش اساسی در جراحی‌های ارتوپدی دارند و برای فیکساسیون پایدار شکستگی‌های استخوانی، استئوتومی‌ها و پروسیجرهای فیوژن مفصل مورد استفاده قرار می‌گیرند. شیوع فزاینده شکستگی‌ها به دلیل افزایش سن جمعیت، آسیب‌های ورزشی و حوادث تروماتیک منجر به پیشرفت مستمر در طراحی پیچ‌ها و فناوری مواد شده است^(۱). این پیچ‌ها بخش مهمی از فیکساسیون داخلی را تشکیل می‌دهند و در کنار پلاک‌ها و نیل‌های داخل مدولاری^۱ به تسهیل ترمیم استخوان کمک می‌کنند و در عین حال عوارضی مانند جوش خوردگی، عدم جوش خوردگی و شکستن ایمپلنت را به حداقل می‌رسانند^(۲).

عملکرد بیومکانیکی پیچ‌های ارتوپدی به عواملی مانند طراحی رزوه، ترکیب مواد و تعامل پیچ با بافت استخوانی بستگی دارد. پیچ‌های کورتیکال و کنسلوس، پیچ‌های قفل‌شونده (لاک)، پیچ‌های کانوله و پیچ‌های زیست‌تخریب‌پذیر، هر کدام اهداف خاصی را دنبال می‌کنند و منعکس‌کننده پیچیدگی تکنیک‌های فیکساسیون استخوانی هستند^(۳). نوآوری‌هایی نظیر ایمپلنت‌های سه‌بعدی، پیچ‌های هوشمند با حسگرهای تعبیه‌شده و پوشش‌های زیست‌فعال، قابلیت‌های کاربردی پیچ‌های ارتوپدی را گسترش داده و نقش آن‌ها را در درمان‌های متناسب با بیمار بهبود بخشیده‌اند^(۴).

تاریخچه پیچ‌های ارتوپدی به اوایل قرن نوزدهم بازمی‌گردد، زمانی که ایمپلنت‌های فلزی برای نخستین بار در فیکساسیون استخوان مورد استفاده قرار گرفتند. اولین طراحی‌های این پیچ‌ها عمدتاً از فولاد ضدزنگ ساخته شده بودند که زیست‌سازگاری محدودی داشتند و مستعد خوردگی و تخریب مکانیکی بودند^(۵).

نویسنده مسئول:

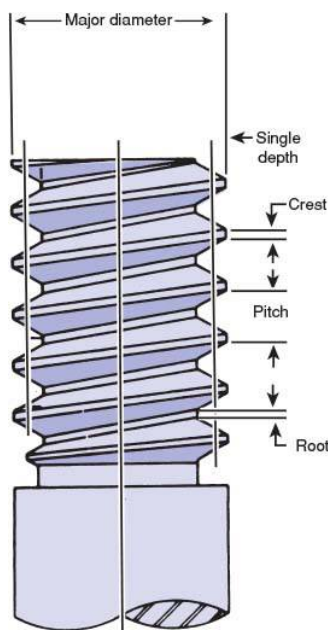
دکتر سید هادی کلانتر

Email address:
hadikalantar4@gmail.com

اصول بیومکانیکی

پیچ‌های ارتوپدی نقش حیاتی در تثبیت شکستگی‌ها و استحکام‌بخشی استخوان دارند. طراحی ساختاری، ترکیب مواد، عملکرد بیومکانیکی و تعامل پیچ با استخوان به‌طور قابل توجهی بر اثربخشی بالینی و طول عمر آن‌ها تأثیر می‌گذارد. درک این اصول بنیادی برای بهینه‌سازی نتایج جراحی ضروری است.

پیچ‌های ارتوپدی از اجزای مختلفی مانند سر، بدنه، رزوه‌ها و نوک تشکیل شده‌اند (شکل ۱) که هر یک نقش خاصی در ایجاد ثبات و فیکساسیون ایفا می‌کنند.



شکل ۱: اجزای تشکیل دهنده پیچ.

منبع عکس: AO Surgery Reference,

<https://surgeryreference.aofoundation.org>

سر پیچ مسئول درگیر کردن پیچ‌گوشتی، تسهیل در جاگذاری و برداشتن پیچ و همچنین پیشروی و ایجاد تکیه‌گاه برای قطعات استخوانی یا صفحات فیکساسیون است. طراحی سر پیچ تأثیر مستقیمی بر تعامل آن با ابزارهای جراحی دارد، به‌طوری‌که سرهای شش‌ضلعی اتصال محکمی ایجاد کرده و لغزش را کاهش می‌دهند، درحالی‌که سرهای فیلیپس و تورکس توزیع بهینه گشتاور را فراهم کرده و از آسیب پیچ هنگام وارد کردن جلوگیری می‌کنند^(۱۶).

بدنه پیچ که شامل قطر داخلی و خارجی است (شکل ۲)، بر مقاومت در برابر خمیدگی و ظرفیت تحمل بار تأثیر می‌گذارد. قطر داخلی پیچ استحکام خمشی را تعیین کرده و تفاوت بین قطر داخلی و خارجی که به عنوان عمق رزوه شناخته می‌شود، عامل تعیین‌کننده در قدرت بیرون‌کشیدن و حداکثر گشتاور قبل از برداشتن رزوه است. پیچ‌هایی با بدنه جامد ثبات ساختاری بیشتری دارند، درحالی‌که پیچ‌های کانوله

در اواسط قرن بیستم، معرفی آلیاژهای تیتانیوم، فناوری ایمپلنت را متحول کرد، زیرا این مواد نسبت استحکام به وزن بالاتر و مقاومت بیشتری در برابر خوردگی داشتند^(۶).

بنیاد (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen) AO که در دهه ۱۹۵۰ تأسیس شد، نقش مهمی در استانداردسازی طراحی پیچ‌های ارتوپدی و تکنیک‌های جراحی داشت که منجر به پذیرش گسترده سیستم‌های پیچ کورتیکال و کنسولوس شد^(۷). در سال‌های اخیر، پیشرفت‌های صورت‌گرفته در علم بیومتریال‌ها، پیچ‌های زیست‌تخریب‌پذیر را معرفی کرده است که نیاز به برداشتن ابزارها را از بین می‌برد و فناوری پلاک‌های قفل‌شونده را که باعث بهبود پایداری فیکساسیون در استخوان‌های استئوپروتیک می‌شود، توسعه داده است^(۸).

همچنین، توسعه ایمپلنت‌های متناسب با بیمار با استفاده از فناوری چاپ سه‌بعدی، به‌عنوان یک رویکرد نوید بخش برای بهبود نتایج جراحی مطرح شده است^(۹).

علی‌رغم پیشرفت‌های فناوری، پیچ‌های ارتوپدی همچنان چالش‌های بالینی متعددی را به همراه دارند. یکی از مهم‌ترین مشکلات، شکست ایمپلنت به دلیل لق شدن پیچ‌ها است که به‌ویژه در بیماران مبتلا به پوکی استخوان با کیفیت استخوانی ضعیف، مشکل‌ساز می‌شود^(۱۰). این مسئله منجر به توسعه پیچ‌های قفل‌شونده (لاک) و تکنیک‌های تقویت مانند تزریق سیمان برای افزایش استحکام فیکساسیون شده است^(۱۱).

چالش دیگر، خطر عفونت است، به‌ویژه در شکستگی‌های باز که در آن عفونت می‌تواند منجر به عوارض جدی شده و نیاز به برداشتن ایمپلنت و درمان آنتی‌بیوتیکی طولانی‌مدت داشته باشند^(۱۲). علاوه بر این، جای‌گذاری نادرست پیچ می‌تواند منجر به آسیب‌های یاتروژنیک مانند آسیب عصبی یا نفوذ به مفصل شود که اهمیت استفاده از راهنمای تصویربرداری حین جراحی را برجسته می‌کند^(۱۳).

همچنین، انتخاب نوع پیچ، قطر و طول آن باید بر اساس خواص بیومکانیکی استخوان و بار مکانیکی اعمال‌شده با دقت صورت گیرد. انتخاب نادرست ممکن است منجر به پایداری ناکافی، تأخیر در ترمیم یا شکست ایمپلنت شود^(۱۴). تحقیقات در زمینه پوشش‌های زیست‌فعال که موجب بهبود جوش خوردن استخوان و مقاومت ضد میکروبی می‌شوند، با هدف رفع این محدودیت‌ها و بهبود نتایج بالینی انجام شده است^(۱۵).

این مقاله با هدف بررسی جامع طبقه‌بندی، ویژگی‌های بیومکانیکی و پیشرفت‌های فناوری در پیچ‌های ارتوپدی نگاشته شده است. اهداف اصلی عبارتند از:

- تحلیل اصول بنیادی طراحی پیچ‌های ارتوپدی، از جمله ترکیب مواد و تعاملات بیومکانیکی.
- طبقه‌بندی انواع مختلف پیچ‌ها بر اساس ویژگی‌های طراحی و کاربردهای بالینی.

با بررسی این موضوعات، این مقاله اطلاعات جامعی را در اختیار جراحان ارتوپدی و پژوهشگران قرار خواهد داد تا روندهای کنونی و مسیرهای آینده در فناوری پیچ‌های ارتوپدی را بهتر درک کنند.

همچنین از این ایده حمایت می‌کنند که سطح گشتاور اعمال شده به پیچ ممکن است در بهبود پاسخ‌های پاتولوژیک پس از کاربرد پلاک استخوانی، به‌ویژه در شرایطی مانند پوکی استخوان (استئوپنی)، نقش داشته باشد.

ویژگی‌های مواد پیچ‌های ارتوپدی تعیین‌کننده عملکرد مکانیکی، زیست‌سازگاری و ویژگی‌های دگراداسیون^۱ آن‌ها است. تیتانیوم و آلیاژهای آن به دلیل مقاومت در برابر خوردگی، سبک‌وزنی و زیست‌سازگاری بالا به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند که خطر واکنش‌های آلرژیک و پس زدن ایمپلنت را کاهش می‌دهند^(۲۰). علاوه بر این، سختی کمتر آن‌ها نسبت به فولاد ضدزنگ اثرات محافظت از استرس را به حداقل رسانده و امکان توزیع بار بهتر با استخوان را فراهم می‌کند^(۲۱). پیچ‌های فولادی ضدزنگ که معمولاً در جراحی‌های ترومایی به کار می‌روند، استحکام مکانیکی بالایی دارند و مقرون‌به‌صرفه هستند، اما در محیط‌های دارای استرس زیاد، بیشتر مستعد خوردگی هستند^(۲۲). آلیاژهای کبالت-کروم دارای مقاومت سایشی فوق‌العاده‌ای هستند و برای کاربردهای با تحمل بار بالا مانند تعویض مفصل و تثبیت ستون فقرات ایده‌آل می‌باشند، هرچند چگالی و سختی بالای آن‌ها ممکن است منجر به تمرکز تنش‌های موضعی شود^(۲۳). مواد زیست‌تخریب‌پذیر مانند پلی‌لاکتیک اسید (PLA) و پلی‌گلیکولیک اسید (PGA) با گذشت زمان تجزیه شده و نیاز به برداشت ایمپلنت را از بین می‌برند، که آن‌ها را برای کاربردهای کودکان و پزشکی ورزشی مناسب می‌سازد. با این حال، استحکام مکانیکی اولیه پایین‌تر و نرخ تجزیه متغیر آن‌ها، چالش‌هایی را در حفظ ثبات در طول فرآیند ترمیم ایجاد می‌کند^(۲۴).

اصول بیومکانیکی حاکم بر پیچ‌های ارتوپدی شامل تأثیر قطر داخلی و خارجی، گام رزوه، توزیع نیرو و الگوهای تنش است. قطرهای داخلی و خارجی مقاومت پیچ در برابر نیروهای خمشی و استحکام کششی آن را تعیین می‌کنند. افزایش قطر خارجی تعامل پیچ با استخوان را بهبود می‌بخشد، در حالی که قطر داخلی کوچک‌تر خطر شکست ایمپلنت را در شرایط بارگذاری بالا افزایش می‌دهد. تفاوت بین این قطرها که به عمق رزوه معروف است، نقش حیاتی در بهینه‌سازی چسبندگی استخوان و به حداقل رساندن تمرکز تنش در سطح تماس استخوان-ایمپلنت دارد^(۲۵). گام رزوه که فاصله بین رزوه‌های متوالی است، بر گشتاور وارد کردن، استحکام کششی و تعامل استخوان-پیچ تأثیر می‌گذارد. پیچ‌هایی با گام کوچک‌تر، تعداد بیشتری از تماس‌های رزوه-استخوان را ایجاد کرده و استحکام فیکساسیون را، به‌ویژه در استخوان‌های استئوپروتیک، بهبود می‌بخشد^(۲۶). توزیع نیرو در پیچ تحت تأثیر بارگذاری محوری، نیروهای برشی و اعمال گشتاور قرار دارد. مدیریت صحیح گشتاور از محکم‌بستن بیش‌ازحد جلوگیری می‌کند که می‌تواند منجر به ریزشکست‌های استخوانی و لق شدن ایمپلنت شود^(۲۷). الگوهای تنش بسته به نوع استخوان و شرایط بارگذاری متفاوت است. پیچ‌های کورتیکال به دلیل ساختار تراکم استخوان، تنش‌های موضعی بیشتری را تجربه می‌کنند،

امکان ورود هدایت‌شده از طریق پین گاید را فراهم می‌کنند که در تکنیک‌های کم‌تهاجمی سودمند است^(۱۷).



شکل ۲: شفت پیچ.

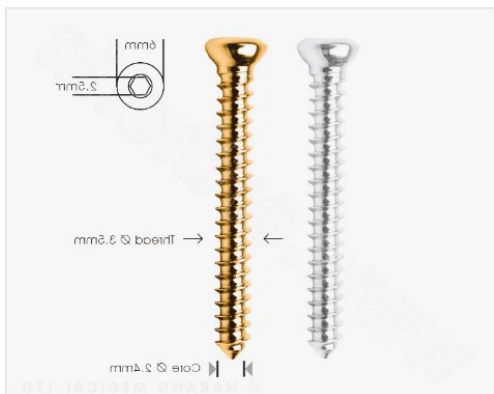
منبع عکس: AO Surgery Reference,

<https://surgeryreference.aofoundation.org>

الگوی رزوه پیچ نقش مهمی در میزان گیر مکانیکی آن در استخوان دارد. پیچ‌های کورتیکال دارای رزوه‌های ریزتر برای نفوذ به استخوان تراکم‌تر هستند، در حالی که پیچ‌های کنسلوس با رزوه‌های عمیق‌تر، اتصال بهتری در استخوان‌های اسفنجی ایجاد می‌کنند^(۱۸). فاصله بین رزوه‌های پیچ که به آن pitch گفته می‌شود، مشخص‌کننده میزان پیشروی پیچ در هر چرخش ۳۶۰ درجه است. پیچ‌هایی با pitch کوچکتر در هر فاصله معین، رزوه‌های بیشتری دارند و در یک چرخش ۳۶۰ درجه، میزان پیشروی کمتری نسبت به پیچ‌های دارای pitch بزرگ‌تر دارند.

نوک پیچ بسته به نیازهای جراحی طراحی‌های متفاوتی دارد. نوک‌های خودسوراخ‌کن نیاز به پره‌دریلینگ را از بین می‌برند، نوک‌های خودکار مسیر رزوه خود را ایجاد می‌کنند و نوک‌های بلانت خطر آسیب به بافت‌های نرم و ساختارهای عصبی-عروقی مجاور را کاهش می‌دهند^(۱۹). درک بیومکانیک پیچ‌ها برای استفاده مؤثر آن‌ها در جراحی ارتوپدی بسیار حائز اهمیت است. هدف اصلی، دستیابی به گیرایی و فشردگی کافی بدون آسیب به نقطه تماس پیچ-استخوان است. سفت کردن بیش از حد پیچ می‌تواند منجر به تغییر شکل پلاستیک استخوان شده و ثبات ساختاری را به خطر بیندازد. در این راستا، شبیه‌سازی‌های کامپیوتری برای مطالعه توزیع تنش و جذب استخوان اطراف طراحی‌های مختلف پیچ استفاده شده‌اند و اهمیت سازگاری بیومکانیکی را نشان داده‌اند. مقدار گشتاور (تورک) اعمال شده به پیچ‌ها در کاربرد پلاک‌های استخوانی، تأثیر مستقیمی بر سطح تماس و نیروی اتصال دارد. تحقیقات نشان داده‌اند که استفاده از گشتاور پایین‌تر نسبت به آنچه در حال حاضر در عمل بالینی استفاده می‌شود، تأثیر منفی بر استحکام نهایی سازه ندارد. این یافته‌ها

است که چسبندگی آن‌ها را در استخوان‌های سخت بهبود می‌بخشد (شکل ۳). برخلاف پیچ‌های اسفنجی، پیچ‌های کورتیکال نیاز به پیش‌سوراخ کاری دارند تا از استرس بیش‌ازحد که می‌تواند منجر به ریزشکست‌های استخوانی شود، جلوگیری شود^(۳۵).



شکل ۳: پیچ کورتیکال.

منبع عکس، AO Surgery Reference

<https://surgeryreference.aofoundation.org>

ویژگی‌های مکانیکی پیچ‌های کورتیکال شامل گشتاور بالای وارد کردن و مقاومت کششی بالا است که باعث تثبیت قوی در استخوان متراکم می‌شود. رزوه‌های ظریف آن‌ها توزیع بار را بهبود بخشیده و خطر شکست ایمپلنت را کاهش می‌دهد. با این حال، به دلیل تمرکز تنش بالا در استخوان کورتیکال، محکم‌بستن بیش‌ازحد می‌تواند منجر به تحلیل استخوان و لق شدن پیچ شود^(۳۶).

کاربردهای بالینی پیچ‌های کورتیکال بسیار گسترده است و شامل تثبیت شکستگی‌های دیافیزیال، فیکساسیون صفحات استخوانی و ایجاد فشردگی بین قطعات شکسته می‌شود. این پیچ‌ها معمولاً در مدیریت شکستگی‌های استخوان‌های بلند، تثبیت ستون فقرات و روش‌های تثبیت مفصلی مورد استفاده قرار می‌گیرند. عملکرد اصلی آن‌ها ایجاد تثبیت سخت در محیط‌های استخوان کورتیکال است که موجب حداقل حرکت میکرونی می‌شود و از اختلال در روند ترمیم استخوان جلوگیری می‌کند^(۳۷).

با وجود مزایای آن‌ها، پیچ‌های کورتیکال محدودیت‌هایی دارند. آن‌ها در استخوان‌های استئوپروتیک کمتر مؤثر هستند، زیرا چگالی استخوان کاهش یافته و چسبندگی پیچ را کاهش می‌دهد. علاوه بر این، نیاز به گشتاور بالاتر در هنگام قرار دادن پیچ، خطر ریزشکست‌های استخوانی و خراب شدن رزوه پیچ را افزایش می‌دهد^(۳۸).

پیچ‌های کنسلوس (Cancellous Screws)

پیچ‌های کنسلوس برای تعامل با استخوان کنسلوس که معمولاً در نواحی اپی‌فیزیال استخوان‌های بلند و مهره‌ها یافت می‌شود، طراحی شده‌اند. این پیچ‌ها دارای عمق رزوه بیشتری هستند که باعث چسبندگی بهتر در

در حالی که پیچ‌های اسفنجی بار را روی سطح وسیع‌تری توزیع کرده و تمرکز تنش را کاهش می‌دهند^(۳۸). رابط پیچ-استخوان یکی از عوامل تعیین‌کننده ثبات ایمپلنت، پتانسیل ترمیم و موفقیت طولانی‌مدت است. تعامل با استخوان کورتیکال به دلیل چگالی بالای آن، نیازمند درگیری مکانیکی بیشتر است و مستلزم پیش‌سوراخ کاری دقیق و زوایای ورود مناسب برای به حداقل رساندن شکست‌های ناشی از تنش می‌باشد^(۳۹). تعامل با استخوان اسفنجی، از سوی دیگر، به رزوه‌های عمیق‌تر و تهاجمی‌تر متکی است تا میزان چسبندگی را در ساختارهای متخلخل استخوان به حداکثر برساند. با این حال، محکم‌بستن بیش‌ازحد می‌تواند منجر به تحلیل استخوان و کاهش پایداری در طول زمان شود^(۴۰). ثبات رابط اولیه از طریق فیکساسیون مکانیکی که پیچ را در محل خود قفل می‌کند و ثبات ثانویه که با بازسازی استخوان در اطراف ایمپلنت توسعه می‌یابد، حاصل می‌شود. افزایش ثبات در این ناحیه می‌تواند با پوشش‌های زیست‌فعال که موجب بهبود یکپارچگی استخوانی می‌شوند، به دست آید^(۴۱). واکنش بیولوژیکی به کاشت پیچ شامل بازسازی استخوان، یکپارچگی استخوانی (استئواینترگریشن) و واکنش‌های احتمالی بدن خارجی است. در حالی که تیتانیوم و مواد زیست‌تخریب‌پذیر معمولاً یکپارچگی استخوانی مطلوبی را ایجاد می‌کنند، ایمپلنت‌های فولاد ضدزنگ و کبالت-کروم ممکن است واکنش‌های التهابی موضعی ایجاد کرده که در برخی موارد منجر به لق شدن ایمپلنت شود^(۴۲).

طبقه‌بندی پیچ‌های ارتوپدی

پیچ‌های ارتوپدی بر اساس ویژگی‌های طراحی و کاربردهای عملکردی آن‌ها دسته‌بندی می‌شوند. طبقه‌بندی پیچ‌ها نقش مهمی در تعیین عملکرد مکانیکی، کاربرد بالینی و نتایج جراحی دارد. دسته‌بندی اصلی شامل پیچ‌های کورتیکال، پیچ‌های کنسلوس و پیچ‌های قفل‌شونده (لاک) است که هرکدام برای تراکم‌های استخوانی مختلف، شرایط بارگذاری و نیازهای فیکساسیون خاصی طراحی شده‌اند^(۴۳).

طبقه‌بندی بر اساس طراحی

پیچ‌های ارتوپدی را می‌توان بر اساس پارامترهای طراحی از جمله الگوی رزوه، ویژگی‌های بدنه و ساختار سر دسته‌بندی کرد. طبقه‌بندی اصلی بر اساس طراحی شامل پیچ‌های کورتیکال که برای استخوان‌های متراکم طراحی شده‌اند، پیچ‌های کنسلوس که برای ساختارهای استخوانی متخلخل مورد استفاده قرار می‌گیرند و پیچ‌های قفل‌شونده (لاک) که در ترکیب با صفحات قفل‌شونده پایداری زاویه‌ای ایجاد می‌کنند، می‌شود. این تفاوت‌ها باعث ایجاد استحکام فیکساسیون بهینه و پایداری مکانیکی در نواحی آناتومیکی مختلف و انواع شکستگی‌ها می‌شوند^(۴۴).

پیچ‌های کورتیکال

پیچ‌های کورتیکال به‌طور خاص برای استخوان متراکم کورتیکال طراحی شده‌اند که در نواحی دیافیزیال استخوان‌های بلند یافت می‌شود. ویژگی‌های طراحی آن‌ها شامل عمق رزوه کمتر و فاصله کمتر بین رزوه‌ها



شکل ۵: پیچ‌های کنسلوس با رزوه کامل.

منبع عکس: AO Surgery Reference,

<https://surgeryreference.aofoundation.org>

ویژگی‌های طراحی آن‌ها شامل رزوه‌های عمیق و فاصله‌دار است که حداکثر چسبندگی را در ساختارهای متخلخل استخوان تضمین کرده و فیکساسیون ایمن در استخوان‌های استئوپروتیک یا کم‌چگالی را فراهم می‌کند^(۴۳).

موارد کاربرد پیچ‌های کنسلوس با رزوه کامل شامل تثبیت شکستگی در نواحی تحمل وزن مانند پروگزیمال فمور، پلاتوی تیبیا و مهره‌ها است. این پیچ‌ها به‌ویژه در روش‌های پیوند استخوان و جراحی‌های بازبینی که نیاز به فیکساسیون پایدار برای ادغام طولانی‌مدت دارند، مفید هستند^(۴۴). ویژگی‌های بیومکانیکی پیچ‌های کنسلوس با رزوه کامل بر توزیع بار در سطح وسیع‌تری تمرکز دارد و تمرکز تنش‌های موضعی را کاهش می‌دهد. رزوه‌های عمیق آن‌ها مقاومت بالایی در برابر نیروهای کششی ایجاد کرده و آن‌ها را به گزینه‌ای مناسب در مواردی که نگرانی از لق شدن پیچ وجود دارد، مانند بیماران مبتلا به پوکی استخوان، تبدیل می‌کند^(۴۵).

پیچ‌های قفل‌شونده (Locking Thread Screws)

پیچ‌های قفل‌شونده وسایل فیکساسیون ویژه‌ای هستند که هنگام استفاده با پلاک‌های قفل‌شونده، پایداری زاویه‌ای ایجاد می‌کنند. برخلاف پیچ‌های معمولی که به اصطکاک بین پلاک و استخوان متکی هستند، پیچ‌های قفل‌شونده مستقیماً به پلاک متصل شده و یک ساختار صلب ایجاد می‌کنند که از حرکت میکروسکوپی جلوگیری می‌کند^(۴۶).

ویژگی‌های طراحی رزوه در پیچ‌های قفل‌شونده شامل قابلیت خودقلاویز، خودحفراری و پیکربندی‌های یونی‌کورتیکال یا بای‌کورتیکال است که امکان فیکساسیون سفارشی بر اساس نیازهای آناتومیکی را فراهم می‌کند. مزیت اصلی آن‌ها کاهش حرکت پیچ و جلوگیری از شکست ایمپلنت در شکستگی‌های ناپایدار است^(۴۷). مکانیسم تثبیت پیچ‌های قفل‌شونده به توانایی آن‌ها در تأمین هم‌زمان ثبات در رابط پیچ-پلاک و پیچ-استخوان بستگی دارد. این تثبیت دوگانه باعث افزایش صلبیت ساختاری شده و

استخوان‌های متخلخل شده و فاصله بیشتر بین رزوه‌ها امکان درگیری بیشتر با استخوان کنسلوس را فراهم می‌کند^(۴۹).

الف: پیچ‌های کنسلوس با رزوه جزئی

(Partial Thread Cancellous Screws)

پیچ‌های کنسلوس با رزوه جزئی دارای یک بخش صاف و بدون رزوه در قسمت پروگزیمال هستند که هنگام ورود از محل شکستگی، فشردگی بین قطعات را ایجاد می‌کند (شکل ۴).

این ویژگی طراحی، پایداری دینامیکی را فراهم کرده و آن‌ها را برای ترمیم شکستگی در نواحی غنی از ترابکولار مانند گردن استخوان ران، سر استخوان بازو و پلاتوی تیبیا ایده‌آل می‌کند^(۴۰).

موارد کاربرد پیچ‌های کنسلوس با رزوه جزئی شامل ایجاد فشردگی در نواحی متافیزیال و اپی‌فیزیال، به‌ویژه در شکستگی‌های مفصل ران و زانو است. این پیچ‌ها معمولاً در سیستم‌های تثبیت با پیچ کانوله، پیچ‌های لغزنده ران و روش‌های آرتروز استفاده می‌شوند^(۴۱).

مکانیسم فشردگی پیچ‌های کنسلوس با رزوه جزئی بر اساس درگیری متفاوت رزوه‌ها عمل می‌کند. بخش بدون رزوه اجازه حرکت بین قطعات را می‌دهد، در حالی که قسمت دیستال رزوه‌دار درگیر کورتکس دوردست می‌شود و فشردگی محوری را در سطح شکستگی ایجاد می‌کند. این مکانیسم ترمیم استخوان را با تقویت تماس مستقیم استخوان به استخوان تسریع می‌کند^(۴۲).

ب: پیچ‌های کنسلوس با رزوه کامل

(Full Thread Cancellous Screws)

پیچ‌های کنسلوس با رزوه کامل دارای یک بدنه کاملاً رزوه‌دار هستند که آن‌ها را برای مواردی که نیاز به فشردگی بین قطعات وجود ندارد، ایده‌آل می‌کند (شکل ۵).



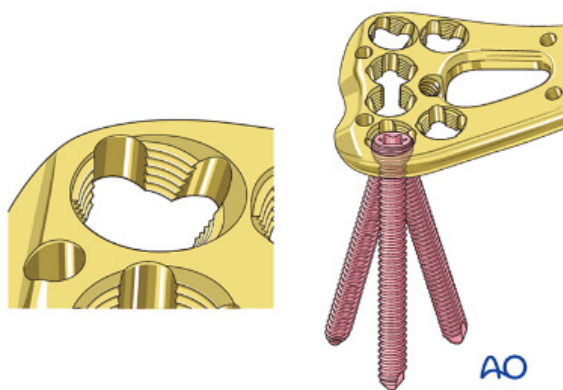
شکل ۴: پیچ‌های کنسلوس با رزوه جزئی.

منبع عکس: AO Surgery Reference,

<https://surgeryreference.aofoundation.org>

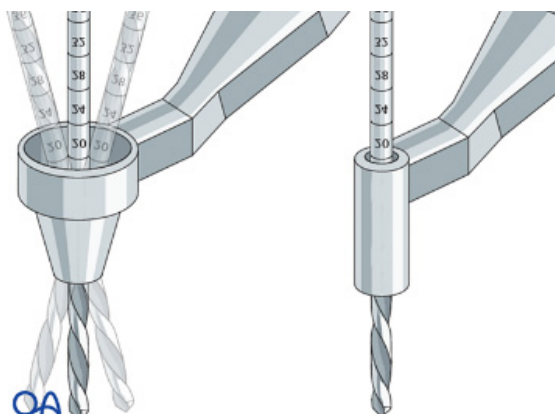
پیچ‌های قفل‌شونده با زاویه متغیر

در پیچ‌های قفل‌شونده با زاویه متغیر، دامنه زاویه ورود متغیر است و به جراحان امکان می‌دهد نقاط فیکساسیون را بر اساس هندسه شکستگی بهینه کنند. برخلاف پیچ‌های قفل‌شونده استاندارد که در زاویه‌ای از پیش تعیین شده قرار می‌گیرند، پیچ‌های زاویه متغیر می‌توانند در زوایایی تا ۱۵ درجه وارد شوند که در شکستگی‌های پیچیده انعطاف‌پذیری بیشتری ایجاد می‌کند^(۵۲). ملاحظات تکنیکی شامل استفاده از راهنماهای دریلینگ دقیق و کنترل زاویه برای اطمینان از قفل‌شدن صحیح پیچ است، زیرا زوایای نامناسب می‌توانند پایداری فیکساسیون را به خطر بیندازند^(۵۳). کاربردهای بالینی پیچ‌های زاویه متغیر به‌ویژه در شکستگی‌های اطراف مفصل، شکستگی‌های دیستال رادیوس و بازسازی پلاتوی تیبیا که نیاز به فیکساسیون چندجهته دارند، مفید است^(۵۴) (شکل ۸-۱۰).



شکل ۸: پیچ‌های قفل‌شونده با زاویه متغیر.

منبع عکس: AO Surgery Reference,

<https://surgeryreference.aofoundation.org>

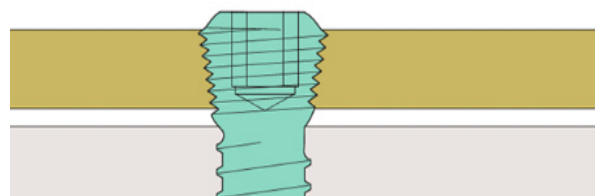
شکل ۹: پیچ‌های قفل‌شونده با زاویه متغیر.

منبع عکس: AO Surgery Reference,

<https://surgeryreference.aofoundation.org>

آن‌ها را برای شکستگی‌های پیچیده، شکستگی‌های اطراف پروتز و تثبیت استخوان استئوپروتیک مناسب می‌کند^(۴۸).

موارد کاربرد بالینی پیچ‌های قفل‌شونده شامل شکستگی‌هایی است که نیاز به پایداری مطلق دارند، فیکساسیون استخوان استئوپروتیک و موارد ترومای چندگانه که نیاز به تحمل وزن زود هنگام دارند. این پیچ‌ها به‌طور گسترده در شکستگی‌های پروگزیمال هومروس، شکستگی‌های دیستال فمور و آسیب‌های اطراف مفصل استفاده شده و به کاهش عوارض مرتبط با ایمپلنت کمک می‌کنند^(۴۹) (شکل ۶).



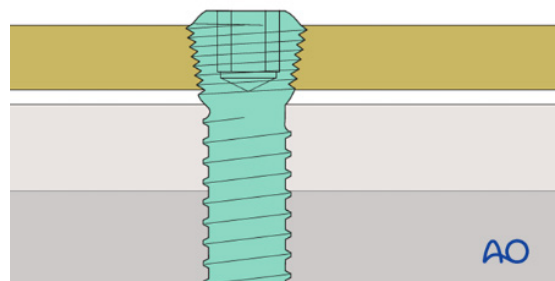
شکل ۶: پیچ‌های قفل‌شونده.

منبع عکس: AO Surgery Reference,

<https://surgeryreference.aofoundation.org>

پیچ‌های قفل‌شونده ساده

در پیچ‌های قفل‌شونده ساده، مکانیزم طراحی شامل سر پیچ رزوه‌دار است که در سوراخ پلاک قفل می‌شود و از حرکت میکروسکوپی بین صفحه و پیچ جلوگیری می‌کند (شکل ۷). این ویژگی امکان پایداری زاویه‌ای را فراهم کرده و نیاز به فشردگی مطلق بین پیچ و استخوان را کاهش می‌دهد^(۴۷). ادغام پیچ با پلاک باعث می‌شود که پیچ و پلاک به‌عنوان یک واحد ساختاری عمل کرده و بار را به‌طور مؤثرتر توزیع کنند و خطر شکست ایمپلنت را، به‌ویژه در شکستگی‌های با استخوان ضعیف، به حداقل برسانند^(۵۰). ثبات فیکساسیون در بیماران مبتلا به استئوپروز بهبود می‌یابد، زیرا مکانیزم قفل‌شونده ساختار سفت‌تری را حفظ کرده و احتمال لق شدن پیچ و شکست ایمپلنت را کاهش می‌دهد^(۵۱).



شکل ۷: پیچ‌های قفل‌شونده ساده.

منبع عکس: AO Surgery Reference,

<https://surgeryreference.aofoundation.org>

برای ترمیم استخوان ضروری است^(۵۹). ملاحظات جراحی شامل قرارگیری دقیق سیم راهنما قبل از جایگذاری نهایی پیچ است تا از ناهماهنگی یا جابه‌جایی پیچ جلوگیری شود. علاوه بر این، مطالعات بیومکانیکی نشان داده‌اند که پیچ‌های کانوله با قطر مرکزی بزرگ‌تر استحکام بیشتری دارند و خطر شکست در کاربردهای تحمل وزن را کاهش می‌دهند^(۶۰).

پیچ‌های خودسوراخ‌کن (Self-Drilling Screws)

پیچ‌های خودسوراخ‌کن نیاز به پره-دریلینگ (pre-drilling) را از بین برده و فرآیند گذاشتن پیچ را ساده می‌کنند و مراحل جراحی را کاهش می‌دهند. ویژگی‌های برشی آن‌ها شامل نوک‌های تیز و شیاردار است که امکان نفوذ به استخوان را بدون نیاز به دریل جداگانه فراهم می‌کند و آن‌ها را برای فیکساسیون سریع در موارد ترومایی ایده‌آل می‌سازد^(۶۱).

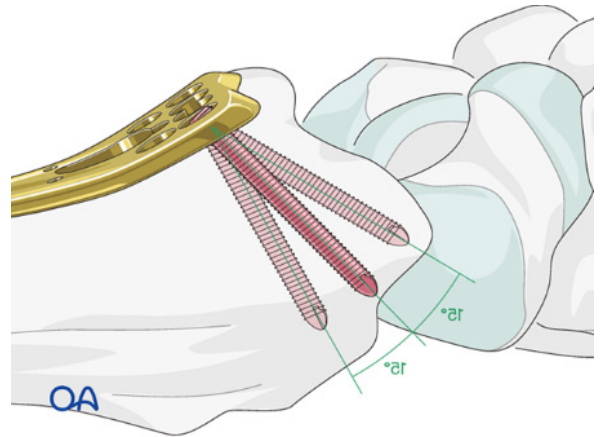
تکنیک نصب پیچ‌های خودسوراخ‌کن شامل وارد کردن مستقیم با استفاده از گشتاور چرخشی است که باعث می‌شود پیچ مسیر خود را در استخوان ایجاد کند. این ویژگی در فیکساسیون از طریق پوست، جراحی‌های ستون فقرات و مدیریت شکستگی‌های قطعات کوچک مفید است، زیرا نیاز به دریلینگ اضافی استخوان را از بین برده و ساختار استخوان را حفظ می‌کند^(۶۲). راهنمای استفاده از پیچ‌های خودسوراخ‌کن بر کنترل دقیق گشتاور تأکید دارد، زیرا اعمال نیروی بیش‌ازحد در هنگام ورود پیچ می‌تواند باعث ترک خوردگی استخوان یا نکرور حرارتی شود^(۶۳).

کاربردهای پیچ‌های خودسوراخ‌کن شامل جراحی‌های دست و پا، تثبیت مهره‌ها و فیکساسیون سریع در محیط‌های اورژانسی است که در آن‌ها دقت و حداقل تروما در هنگام دریلینگ اهمیت دارد. این پیچ‌ها به‌ویژه در استخوان‌های استئوپروتیک سودمند هستند، زیرا دریلینگ بیش‌ازحد می‌تواند منجر به ضعف ساختاری و شکست احتمالی فیکساسیون شود^(۴۹).

پیچ‌های زیست‌تخریب‌پذیر

پیچ‌های زیست‌تخریب‌پذیر به‌عنوان جایگزینی امیدوارکننده برای ایمپلنت‌های فلزی سنتی معرفی شده‌اند، به‌ویژه در جراحی‌های ارتوپدی که نیاز به فیکساسیون موقت دارند. این پیچ‌ها نیاز به جراحی ثانویه برای برداشت ایمپلنت را از بین برده و در نتیجه، میزان عوارض بیمار و هزینه‌های درمانی را کاهش می‌دهند.

مواد اولیه مورد استفاده در ساخت پیچ‌های زیست‌تخریب‌پذیر شامل پلی-ال-لاکتیک اسید (PLLA)، پلی-گلیکولیک اسید (PGA)، پلی-دی-ال-لاکتیک-کو-گلیکولیک اسید (PLGA) و آلیاژهای مبتنی بر منیزیم هستند. این پلیمرها بر اساس خواص مکانیکی، نرخ تجزیه و زیست‌سازگاری انتخاب می‌شوند. PLLA استحکام مکانیکی بالایی دارد اما سرعت تجزیه آن کند است، در حالی که PGA سرعت تجزیه بالاتری دارد اما استحکام مکانیکی پایین‌تری برخوردار است. مطالعات اخیر همچنین پیچ‌های زیست‌تخریب‌پذیر مبتنی بر منیزیم را مورد بررسی قرار داده‌اند که موجب یکپارچگی استخوانی (Osseointegration) و بازسازی استخوان می‌شوند^(۶۴،۶۵). تجزیه پیچ‌های زیست‌تخریب‌پذیر تحت تأثیر



شکل ۱۰: پیچ‌های قفل‌شونده با زاویه متغیر.

منبع عکس: AO Surgery Reference,

<https://surgeryreference.aofoundation.org>

پیچ‌های کانوله (Cannulated Screws)

پیچ‌های کانوله با داشتن یک بدنه مرکزی توخالی طراحی شده‌اند که امکان هدایت آن‌ها روی یک سیم راهنما (guide wire) را برای جایگذاری دقیق فراهم می‌کند. این طراحی دقت جراحی را افزایش داده و میزان آسیب به بافت‌ها را به حداقل می‌رساند، به‌ویژه در روش‌های کم‌تهاجمی و از طریق پوست^(۵۵،۵۶) (شکل ۱۱).



شکل ۱۱: پیچ‌های کانوله (Cannulated Screws).

منبع عکس: AO Surgery Reference,

<https://surgeryreference.aofoundation.org>

ویژگی‌های طراحی پیچ‌های کانوله شامل سطح خارجی رزوه‌دار و یک هسته مرکزی توخالی است که امکان قرارگیری روی سیم راهنما را در حین حفظ استحکام استخوانی فراهم می‌کند. این پیچ‌ها در دو نوع رزوه کامل و رزوه جزئی موجود هستند که در آن‌ها، پیچ‌های با رزوه جزئی باعث ایجاد فشردگی در محل شکستگی می‌شوند^(۵۷). فناوری سیم راهنما تضمین می‌کند که مسیر پیچ بهینه باشد و خطر ناهماهنگی در حین جایگذاری را کاهش می‌دهد، به‌ویژه در نواحی آناتومیک پیچیده مانند گردن استخوان ران، مچ پا و استخوان اسکافوئید^(۵۸).

کاربردهای کم‌تهاجمی پیچ‌های کانوله در درمان شکستگی‌ها با حداقل آسیب به بافت نرم ارزشمند است و منجر به کاهش درد پس از عمل و تسریع دوره نقاهت می‌شود. این پیچ‌ها در درمان شکستگی‌های مفصل ران، آسیب‌های پا و مچ و شکستگی‌های استخوان اسکافوئید به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند، جایی که دقت و حداقل برش بافتی

استخوان و کاهش نرخ جوش نخوردگی شکستگی‌ها مورد توجه قرار گرفته‌اند^(۷۴،۷۵).

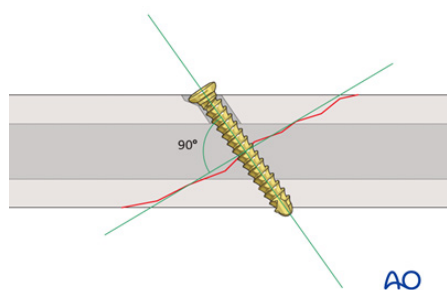
آزمایش‌های بالینی اخیر نشان داده‌اند که پیچ‌های حاوی آنتی‌بیوتیک موجب کاهش ۵۰ درصدی نرخ عفونت‌های عمقی در بیماران پرخطر شده‌اند. با این حال، اثربخشی پیچ‌های حاوی فاکتورهای رشد همچنان تحت بررسی است و مطالعات در حال انجام، تأثیرات طولانی‌مدت آن‌ها بر بازسازی استخوان را ارزیابی می‌کنند. چالش‌هایی نظیر پایداری دارو، رهش ناگهانی (Burst Release) و الزامات قانونی همچنان از موانع پذیرش بالینی گسترده این پیچ‌ها هستند^(۷۶،۷۷).

طبقه‌بندی بر اساس عملکرد

پیچ‌های ارتوپدی را می‌توان بر اساس نقش عملکردی آن‌ها در تثبیت شکستگی و پایداری مفاصل نیز طبقه‌بندی کرد.

پیچ‌های لگ (Lag Screws)

پیچ‌های لگ از نظر مکانیکی به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که فشردگی بین قطعات شکستگی^۱ ایجاد کنند که این امر با کاهش حرکت در محل شکستگی، روند ترمیم استخوان را تسهیل می‌کند. اصل عملکرد پیچ‌های لگ بر درگیری تفاضلی رزوه‌ها استوار است، به‌گونه‌ای که کورتکس نزدیک‌تر به‌طور کامل دریل شده تا پیچ بتواند قطعات شکستگی را به هم بکشد. این تکنیک باعث افزایش پایداری اولیه و امکان تحرک زود هنگام بیمار می‌شود^(۷۸،۷۹) (شکل ۱۲).



شکل ۱۲: پیچ‌های لگ.

منبع عکس: AO Surgery Reference, <https://surgeryreference.aofoundation.org>

جایگذاری صحیح پیچ‌های لگ نیازمند دریلینگ دقیق، کانترسینکینگ (Countersinking) مناسب و اعمال گشتاور کنترل‌شده است. قطر سوراخ دریل‌شده، زاویه ورود پیچ و میزان سفت کردن پیچ همگی بر نیروی فشاری ایجادشده در محل شکستگی تأثیر می‌گذارند. عدم رعایت کانترسینکینگ مناسب یا سفت کردن بیش‌ازحد می‌تواند منجر به آسیب کورتیکال یا شکست پیچ شود^(۸۰،۸۱). پیچ‌های لگ در شکستگی‌های استخوان‌های بلند (بازو، ران، ساق)، شکستگی‌های اطراف مفاصل و آسیب‌های حلقه لگنی به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند. این

هیدرولیز و فعالیت آنزیمی انجام می‌شود و به کاهش تدریجی استحکام مکانیکی و در نهایت، جذب پیچ در بدن منجر می‌گردد. نرخ تجزیه پیچ بسته به ترکیب پلیمری، وزن مولکولی، میزان کریستالی بودن و محیط ایمپلنت متفاوت است. پیچ‌های مبتنی بر منیزیم از طریق اکسیداسیون و حل شدن تجزیه می‌شوند که در این فرآیند، تولید گاز هیدروژن یکی از عوارض احتمالی است. محققان در حال بررسی پوشش‌های سطحی و عناصر آلیاژی مانند کلسیم و روی هستند تا نرخ تجزیه را کنترل کرده و زیست‌سازگاری پیچ‌ها را افزایش دهند^(۶۶،۶۷).

پیچ‌های زیست‌تخریب‌پذیر به‌طور گسترده در تثبیت شکستگی‌ها، بازسازی رباط‌ها و تثبیت استئوتومی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. این پیچ‌ها به‌ویژه در بازسازی رباط صلیبی قدامی (ACL)، جراحی‌های فک و صورت و ارتوپدی کودکان کاربرد دارند. یکی از مزایای اصلی آن‌ها توانایی حذف عوارض مرتبط با ایمپلنت‌های دائمی فلزی مانند جابجایی پیچ، اثر محافظت از استرس و شکستن ایمپلنت است که معمولاً در پیچ‌های فلزی مشاهده می‌شود^(۶۸،۶۹).

مطالعات بالینی نشان داده‌اند که پیچ‌های زیست‌تخریب‌پذیر استحکام فیکساسیون مشابهی با پیچ‌های فلزی دارند و نرخ ترمیم شکستگی‌ها با استفاده از آن‌ها رضایت‌بخش بوده است. با این حال، واکنش‌های التهابی، پاسخ‌های بدن به جسم خارجی و تشکیل کیست در برخی موارد گزارش شده‌اند. نوآوری‌های اخیر در شیمی پلیمرها و مواد کامپوزیتی مانند PLGA تقویت‌شده با هیدروکسی‌آپاتیت با هدف افزایش استحکام مکانیکی و ایمنی زیستی در حال توسعه هستند^(۷۰،۷۱).

پیچ‌های دارو-رهش (Drug-Releasing Screws)

پیچ‌های دارو-رهش یک فناوری پیشرفته در ارتوپدی محسوب می‌شوند که برای تحویل موضعی عوامل درمانی در محل ایمپلنت طراحی شده‌اند. این پیچ‌ها با هدف کاهش نرخ عفونت، بهبود ترمیم استخوان و کاهش التهاب توسعه یافته‌اند.

ادغام فناوری رهش دارو در پیچ‌های ارتوپدی از طریق پوشش‌های پلیمری، ساختارهای متخلخل و تکنیک‌های نانوکپسوله‌سازی انجام می‌شود. داروهایی مانند آنتی‌بیوتیک‌ها (جنتامایسین، وانکومایسین)، فاکتورهای رشد (BMP-2) و عوامل ضدالتهابی در ماتریکس پیچ یا پوشش سطحی آن وارد شده و برای رهش کنترل‌شده و مداوم استفاده می‌شوند^(۷۲،۷۳).

پیچ‌های دارو-رهش عمدتاً در ترومای اسکلتی، جراحی‌های بازبینی (Revision) و آرتروپلاستی مفاصل به‌منظور پیشگیری از عفونت‌های پس از جراحی و بهبود استئواینترگریشن (Osseointegration) کاربرد دارند. در تثبیت شکستگی‌های عفونی، پیچ‌های آنتی‌بیوتیک‌دار به‌طور قابل‌توجهی استعمار باکتریایی را کاهش داده و نتایج درمانی بیماران را بهبود داده‌اند. همچنین، پیچ‌های حاوی فاکتورهای رشد به دلیل تسریع روند ترمیم

کاربردهای بالینی پیچ‌های فشاری شامل تثبیت شکستگی‌های میچ‌پا، شکستگی‌های پروگزیمال استخوان ران و شکستگی‌های اسکافوئید است. تحقیقات نشان داده‌اند که این پیچ‌ها موجب بهبود عملکرد، افزایش استحکام مکانیکی و کاهش نرخ جوش خوردگی شکستگی‌ها می‌شوند^(۸۹).

پیچ‌های کورتکس (Cortex Screws)

پیچ‌های کورتکس به منظور ایجاد فیکساسیون سفت و پایدار در استخوان کورتکس طراحی شده‌اند و دارای گام باریک و رزوه‌هایی کوچک‌تر هستند که باعث درگیری بهتر با ساختار متراکم خارجی استخوان می‌شود^(۹۰). ویژگی‌های طراحی پیچ‌های کورتکس شامل بدنه‌ای کاملاً رزوه‌دار است که موجب چسبندگی قوی و مقاومت در برابر لق شدن در شرایط تحمل بار می‌شود^(۹۱). این پیچ‌ها معمولاً در فیکساسیون قطعات کوچک شکستگی، به‌ویژه در شکستگی‌های دیستال استخوان رادیوس، متاکارپال‌ها و استخوان‌های پا مورد استفاده قرار می‌گیرند^(۹۲).

موارد کاربرد بالینی پیچ‌های کورتکس شامل ایجاد فشردگی شکستگی، تثبیت با پلاک ارتوپدی و پایدارسازی مفصل تیبیوفیولار دیستال (سندسموز) است^(۹۳). مطالعات بیومکانیکی اخیر نشان داده‌اند که استفاده از دو پیچ کورتکس در تثبیت شکستگی‌های دیستال فیولار، پایداری چرخشی بهتری را نسبت به استفاده از یک پیچ منفرد ارائه می‌دهد^(۹۴) (شکل ۱۴).



شکل ۱۴: پیچ‌های کورتکس.

منبع عکس: AO Surgery Reference,

<https://surgeryreference.aofoundation.org>

پیچ‌های پوش-پول (Push-Pull Screws)

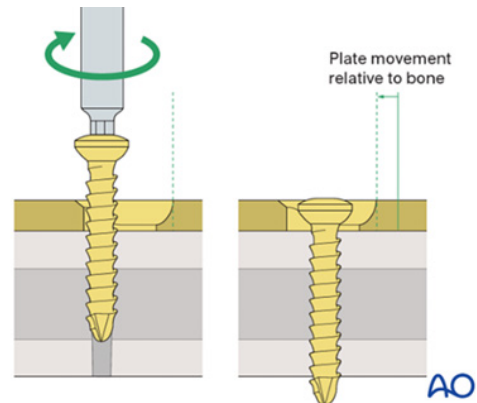
پیچ‌های پوش-پول به‌عنوان ابزارهای کاهش‌دهنده شکستگی (Reduction Tools) در شکستگی‌های پیچیده مورد استفاده قرار می‌گیرند، به‌ویژه برای ایجاد هم‌ترازی آناتومیکی پیش از فیکساسیون نهایی^(۹۵).

پیچ‌ها به‌طور خاص در شکستگی‌های میچ‌پا، شکستگی‌های سر استخوان رادیوس و جوش خوردگی‌های استخوان اسکافوئید کاربرد دارند. همچنین، پیچ‌های لگ بدون سر مانند پیچ‌های هربرت (Herbert Screws) در سطوح مفصلی ترجیح داده می‌شوند تا از برجستگی ایمپلنت و تحریک مفصل جلوگیری شود^(۸۲،۸۳).

مطالعات نشان داده‌اند که تثبیت شکستگی با پیچ‌های لگ به‌طور قابل‌توجهی پایداری مکانیکی شکستگی را افزایش داده و زمان ترمیم را کاهش می‌دهد. با این حال، عوارضی مانند خروج پیچ از استخوان، ترک خوردگی کورتیکال و شکست ایمپلنت در مواردی که تکنیک جراحی ضعیف باشد یا بیمار مبتلا به پوکی استخوان باشد، گزارش شده است. پیشرفت‌هایی در زمینه پیچ‌های لگ تیتانیومی و زیست‌تخریب‌پذیر با هدف افزایش طول عمر مکانیکی و بهبود یکپارچگی بیولوژیکی در حال توسعه هستند^(۵۳،۸۴).

پیچ‌های فشاری (Compression Screws)

پیچ‌های فشاری بر اساس اصول فشردگی دینامیک عمل می‌کنند، به‌گونه‌ای که طراحی و ویژگی‌های بیومکانیکی آن‌ها امکان ایجاد فشردگی بین قطعات شکستگی را به‌صورت کنترل‌شده فراهم می‌کند^(۸۵). این پیچ‌ها به دلیل ایجاد ترمیم اولیه استخوان بدون ایجاد اثر محافظت از استرس بیش‌ازحد، به‌ویژه در تثبیت شکستگی‌های استخوان کنسولوس بسیار پرکاربرد هستند^(۸۶) (شکل ۱۳).



شکل ۱۳: پیچ‌های فشاری.

منبع عکس: AO Surgery Reference,

<https://surgeryreference.aofoundation.org>

ملاحظات تکنیکی پیچ‌های فشاری شامل جایگذاری دقیق و اعمال گشتاور مناسب است تا از فشردگی بیش‌ازحد جلوگیری شود، زیرا فشردگی بیش‌ازحد می‌تواند منجر به نکرز استخوانی یا شکست ایمپلنت شود^(۸۷). مطالعات نشان داده‌اند که پیچ‌های فشاری قفل‌شونده پایداری بیومکانیکی بهتری نسبت به طراحی‌های غیرقفل‌شونده دارند، به‌ویژه در بیماران مبتلا به پوکی استخوان^(۸۸).

پایداری می‌شود. این پیچ در قطرها و طول‌های مختلف بر اساس نیازهای آناتومیکی بیمار در دسترس است.

ویژگی‌های طراحی این پیچ شامل بخش‌های رزوه‌دار و بدون رزوه است که موجب بهبود یکپارچگی استخوانی (Osseointegration) و توزیع بار در محل جوش مفصلی می‌شود. برخی مدل‌ها دارای قفل‌شوندگی با زاویه متغیر هستند که امکان تنظیم موقعیت پیچ و افزایش پایداری در موارد پیچیده فیوژن میدفوت را فراهم می‌کنند^(۱۰۱) (شکل ۱۶).



شکل ۱۶: پیچ فیوژن میدفوت.

منبع عکس: AO Surgery Reference,

<https://surgeryreference.aofoundation.org>

کاربرد اصلی پیچ فیوژن میدفوت در موارد نوروآرتروپاتی شارکو (Charcot Neuroarthropathy)، آسیب‌های لیسفرانک (Lisfranc Injuries) و آرتروز میدفوت است که در آن‌ها روش‌های فیکساسیون سنتی ممکن است پایداری مکانیکی کافی را تأمین نکنند.

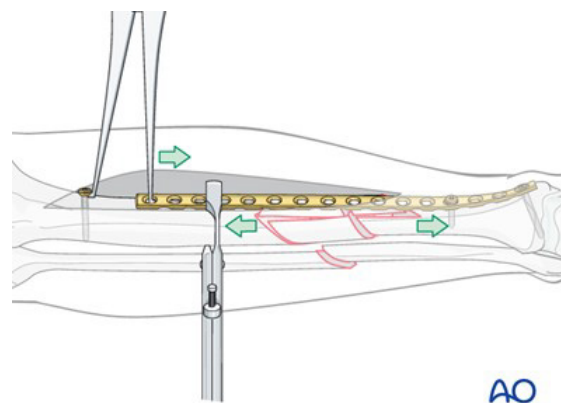
ایمپلنت این پیچ می‌تواند از طریق روش‌های جراحی باز یا تکنیک‌های پرکوتانئوس (Percutaneous) انجام شود. روش از طریق پوست آسیب جراحی را کاهش داده و خطر عفونت را به حداقل می‌رساند. مطالعات نشان داده‌اند که روش‌های فیوژن داخل مدولاری با استفاده از پیچ فیوژن میدفوت، میزان موفقیت یونیون استخوانی بالاتری نسبت به تکنیک‌های پلاک گذاری سنتی دارند^(۱۰۲).

مطالعات بیومکانیکی و بالینی کارایی پیچ MFB را در ایجاد پایداری برتر، بهبود توزیع بار و کاهش میزان شکست ایمپلنت ارزیابی کرده‌اند. در مقایسه با صفحات و پیچ‌های استاندارد، پیچ فیوژن میدفوت مقاومت بیشتری در برابر بارگذاری محوری و برشی نشان داده است که منجر به بهبود نتایج بیماران و کاهش زمان بهبودی می‌شود.

همچنین، کارآزمایی‌های بالینی نرخ پایین‌تر عوارض مرتبط با ایمپلنت را گزارش کرده‌اند که پیچ MFB را به راهکاری مؤثر برای جراحی‌های بازسازی میدفوت تبدیل کرده است^(۱۰۳).

تکنیک ریداکشن با پیچ‌های پوش-پول شامل وارد کردن پیچ در قطعه شکسته استخوان، اعمال کشش کنترل‌شده و سپس تثبیت شکستگی با استفاده از صفحه یا نیل داخل مدولاری است^(۹۶). این پیچ‌ها نقش کلیدی در بازگرداندن طول طبیعی استخوان پس از شکستگی‌های استخوان ران و دفورمیتی‌های ناشی از جوش نخوردگی استخوان تیبیا دارند^(۹۷).

روش‌های کاربرد پیچ‌های پوش-پول بسته به نوع شکستگی متفاوت است؛ بالین‌حال، پیشرفت‌های اخیر در ابزارهای هدایت‌شونده ریداکشن (Guided Reduction Tools) و دستگاه‌های پوش-پول موجب افزایش دقت جراحی و کاهش عوارض ناشی از ناهماهنگی استخوانی شده‌اند^(۹۸). کارآزمایی‌های بالینی نشان داده‌اند که استفاده از پیچ‌های پوش-پول در کاهش شکستگی‌های ناشی از تروما، موجب بهبود هم‌ترازی پس از جراحی و کاهش نرخ جراحی‌های مجدد در شکستگی‌های پرانرژی شده است^(۹۹) (شکل ۱۵).



شکل ۱۵: پیچ‌های پوش-پول.

منبع عکس: AO Surgery Reference,

<https://surgeryreference.aofoundation.org>

پیچ فیوژن میدفوت (Midfoot Fusion Bolt – MFB)

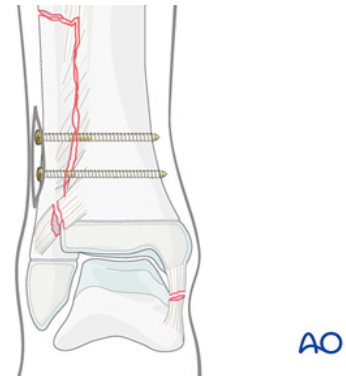
پیچ فیوژن میدفوت (MFB) یک وسیله فیکساسیون داخل مدولاری پیشرفته است که برای ایجاد تثبیت سفت و پایدار در آرتروز میدفوت طراحی شده است، به‌ویژه در بیمارانی که از دفورمیتی‌های شدید، بیماری‌های نوروپاتی یا تخریب میدفوت (Midfoot Collapse) رنج می‌برند^(۱۰۰). روش‌های سنتی فیکساسیون مانند پلاک و پیچ‌ها اغلب با عوارضی مانند شکست سخت‌افزار، توزیع نامناسب بار و ایجاد اثر محافظت از استرس^۱ همراه هستند. پیچ فیوژن میدفوت این محدودیت‌ها را با ارائه‌ی حمایت داخل مدولاری قوی، کاهش آسیب به بافت‌های نرم و بهبود ویژگی‌های تحمل وزن برطرف می‌کند.

پیچ MFB معمولاً از تیتانیوم یا فولاد ضدزنگ ساخته شده و دارای طراحی جامد یا کانوله است که باعث بهبود چسبندگی به استخوان و افزایش

1 Stress Shielding

پیچ‌های پوزیشنال (Positional Screws)

پیچ‌های پوزیشنال در جراحی‌های ارتوپدی به‌عنوان ابزاری مهم برای فیکساسیون استخوان در مواردی که فشردگی بین قطعات ضروری نیست، مورد استفاده قرار می‌گیرند. برخلاف پیچ‌های لگ که با ایجاد نیروی فشاری به تسریع روند ترمیم استخوان کمک می‌کنند، پیچ‌های پوزیشنال برای حفظ هم‌راستایی قطعات استخوانی بدون اعمال فشار اضافی طراحی شده‌اند^(۱۰۴). عملکرد اصلی این پیچ‌ها، حفظ موقعیت فضایی دو قطعه استخوانی و جلوگیری از جابجایی ناخواسته آن‌ها است که در مواردی مانند فیکساسیون سندسموزی، فیکساسیون استئوتومی‌ها و یونیون مفصلی کاربرد دارند. این ویژگی به‌ویژه در شکستگی‌های پیچیده و استئوتومی‌ها اهمیت دارد، زیرا توزیع نامناسب بار ممکن است باعث شکست ایمپلنت شود^(۱۰۵) (شکل ۱۷).



شکل ۱۷: پیچ‌های پوزیشنال.

منبع عکس: AO Surgery Reference,

<https://surgeryreference.aofoundation.org>

هستند. مطالعات اخیر نشان داده‌اند که استفاده از پیچ‌های پوزیشنال در یونیون بدون کامپرشن مفاصل^۲ به ایجاد ثبات لازم بدون مداخله در فرآیند طبیعی ترمیم استخوان کمک می‌کند^(۱۰۷).

پیچ‌های قطبی (Polar Screws)

پیچ‌های قطبی عمدتاً به‌عنوان پیچ‌های مسدودکننده (Blocking Screws) در نیل داخل مدولاری استفاده می‌شوند و وظیفه جلوگیری از ناهماهنگی (Malalignment) و افزایش پایداری ایمپلنت داخل مدولاری را بر عهده دارند. این پیچ‌ها به‌ویژه در مواردی که شکستگی‌های بخش کوتاه استخوان نیاز به تثبیت اضافی برای مقابله با جابجایی چرخشی یا محوری دارند، بسیار مؤثر هستند^(۱۰۸). پیچ‌های قطبی معمولاً در کنار نیل داخل مدولاری قرار داده می‌شوند و به‌عنوان یک مانع مکانیکی عمل می‌کنند که از حرکت بیش‌ازحد نیل درون کانال مدولاری جلوگیری می‌کند. این تکنیک به‌ویژه در شکستگی‌های پروگزیمال یا دیستال استخوان‌های بلند مفید است، جایی که نیل به‌تنهایی ممکن است کنترل چرخشی کافی را فراهم نکند. با کاهش خطر ناهماهنگی، پیچ‌های قطبی موجب افزایش پایداری پس از جراحی و بهبود روند ترمیم شکستگی می‌شوند^(۱۰۹).

قرارگیری مناسب پیچ‌های قطبی، کنترل دقیقی بر هم‌راستایی قطعات استخوانی فراهم می‌کند، به‌ویژه در شکستگی‌های متافیزیال که خطر دفورمیتی‌های چرخشی بالاست. این پیچ‌ها با محدود کردن حرکات میکروسکوپی، به ترمیم زودهنگام استخوان کمک کرده و عوارض ناشی از لق شدن ایمپلنت را کاهش می‌دهند. برای دستیابی به موقعیت‌یابی بهینه و کاهش آسیب جراحی، پیچ‌های قطبی معمولاً تحت هدایت فلوروسکوپی جایگذاری می‌شوند^(۱۱۰).

برای عملکرد بیومکانیکی مطلوب، پیچ‌های قطبی باید به‌طور استراتژیک در اطراف نیل داخل مدولاری قرار گیرند تا بتوانند نیروها را در تمامی جهات مهار کنند. درگیری مناسب پیچ با کورتکس استخوان و زاویه‌دهی صحیح آن از عوامل حیاتی برای حداکثر استحکام فیکساسیون و جلوگیری از شکست ایمپلنت هستند. تحقیقات اخیر نشان داده‌اند که قرارگیری پیچ‌های قطبی در موقعیت‌های آناتومیکی خاص، باعث بهبود توزیع بار شده و خطر عوارض مرتبط با ایمپلنت را کاهش می‌دهد^(۱۱۱).

پیچ‌های اینترلاکینگ (Interlocking Screws)

پیچ‌های اینترلاکینگ بخش جدایی‌ناپذیر از سیستم‌های نیل داخل مدولاری هستند و ثبات طولی و چرخشی در محل شکستگی را تأمین می‌کنند. این پیچ‌ها معمولاً در شکستگی‌های استخوان‌های بلند به کار می‌روند تا از جابجایی محوری جلوگیری کرده و استحکام کلی ایمپلنت را افزایش دهند^(۱۱۲) (شکل ۱۸).

وظیفه اصلی پیچ‌های اینترلاکینگ، تثبیت نیل داخل مدولاری درون استخوان و جلوگیری از حرکت بیش‌ازحد یا جابه‌جایی ایمپلنت است.

1 Syndesmotic fixation

2 Non-compressive joint fusions

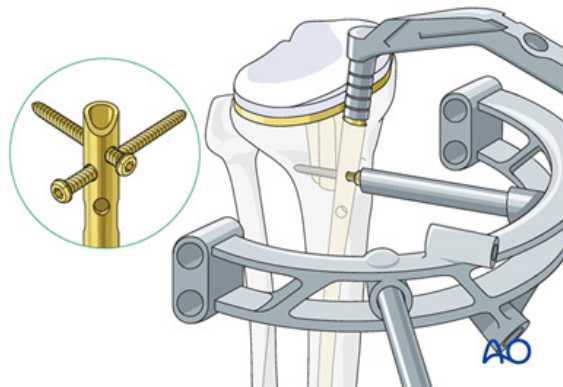
تأثیر می‌گذارد. قطر، طول و ترکیب مواد دریل باید بر اساس نوع استخوان (کورتکس یا کنسلوس) و کاربرد جراحی مشخص انتخاب شود^(۱۱۶). مطالعات نشان داده‌اند که دریلینگ با سرعت بالا گرمای بیش از حد تولید کرده و می‌تواند باعث نکروز حرارتی شده و یکپارچگی استخوان را به خطر بیندازد که در نهایت منجر به اختلال در روند ترمیم استخوان می‌شود^(۱۱۷). در مقابل، دریلینگ با سرعت پایین و آبیاری مناسب، میزان گرمای تولیدی را کاهش داده و خطر استئونکروز را کم می‌کند و در نتیجه، چسبندگی پیچ به استخوان را بهبود می‌بخشد^(۱۱۸). هندسه مته، از جمله طراحی شیارهای آن و زاویه نوک مته، بر کارایی برداشت استخوان و گشتاور لازم هنگام جایگذاری پیچ تأثیر دارد^(۱۱۹). یکی دیگر از عوامل مهم، استفاده از سوراخ راهنما (Pilot Hole) است که به دقت جایگذاری پیچ کمک کرده و از ایجاد ریزشکست‌های استرسی در ناحیه دریل شده جلوگیری می‌کند^(۱۲۰). پره-دریلینگ^۱ میزان گشتاور لازم برای ورود پیچ را کاهش داده و از فشردگی بیش‌ازحد استخوان جلوگیری می‌کند که به‌ویژه در پیچ‌های خودکار اهمیت دارد^(۱۲۱). علاوه بر این، استفاده از مته‌های تیز و با کیفیت بالا دقت جایگذاری پیچ را افزایش داده و مقاومت مکانیکی را کاهش می‌دهد که در نهایت باعث افزایش موفقیت طولانی‌مدت ایمپلنت‌های ارتوپدی می‌شود^(۱۲۲). در مطالعات مقایسه‌ای مشخص شده است که مته‌های دارای نوک کاربیدی^۲ گرمای کمتری تولید کرده و نسبت به مته‌های فولاد ضدزنگ استاندارد دوام بیشتری دارند، که این امر آن‌ها را به گزینه‌ای برتر برای استفاده‌های مکرر در جراحی تبدیل کرده است^(۱۲۳) (شکل ۱۹).

اصول مدیریت گشتاور (Torque Management)

اعمال گشتاور مناسب برای ایجاد فیکساسیون پایدار و جلوگیری از عوارضی مانند لقی شدن پیچ یا آسیب به رزوه‌های استخوانی ضروری است. گشتاور، نیروی چرخشی اعمال شده در هنگام جایگذاری پیچ است که تعیین‌کننده استحکام رابط استخوان-ایمپلنت می‌باشد^(۱۲۴). مطالعات نشان داده‌اند که گشتاور بهینه هنگام ورود پیچ باید بین ۷۰ تا ۸۰ درصد حداکثر نیروی کششی باشد تا فیکساسیون کافی ایجاد شود، بدون آنکه یکپارچگی استخوان به خطر بیفتد^(۱۲۵). اعمال گشتاور بیش‌ازحد می‌تواند باعث ایجاد ریزشکست‌های استخوانی یا خراب شدن رزوه‌های استخوان شود، در حالی که گشتاور ناکافی ممکن است منجر به بی‌ثباتی ایمپلنت و شکست آن شود^(۱۲۶).

مدیریت گشتاور به‌ویژه در بیماران مبتلا به استئوپروز اهمیت دارد، زیرا تراکم استخوان پایین باعث کاهش توانایی پیچ در چسبندگی به استخوان می‌شود^(۱۲۷). برای مقابله با این مشکل، دستگاه‌های محدودکننده گشتاور^۳ توسعه یافته‌اند که از سفت شدن بیش‌ازحد پیچ جلوگیری کرده و در عین حال، تعامل مناسب پیچ با استخوان را تضمین می‌کنند^(۱۲۸).

این مکانیسم قفل‌شوندگی موجب ایجاد فیکساسیون محکم شده که برای ترمیم موفق شکستگی‌های تحمل‌کننده بار، مانند فمور، تیبیا و هومروس ضروری است^(۱۱۳).



شکل ۱۸: پیچ‌های اینترلاکینگ.

منبع عکس: AO Surgery Reference,

<https://surgeryreference.aofoundation.org>

مطالعات نشان داده‌اند که پیچ‌های اینترلاکینگ مقاومت در برابر بارهای محوری را افزایش داده و خطر شکست ایمپلنت و جوش خوردگی را کاهش می‌دهند. توانایی این پیچ‌ها در توزیع یکنواخت تنش‌های مکانیکی در استخوان، اثر محافظت از استرس (Stress Shielding) را کاهش می‌دهد که یکی از مشکلات رایج در جراحی ارتوپدی است و می‌تواند منجر به تحلیل استخوان ناشی از انتقال نامناسب بار شود. پیشرفت‌های اخیر در پیچ‌های آلایژ تیتانیوم، عملکرد بیومکانیکی آن‌ها را بهبود بخشیده و آن‌ها را به گزینه‌ای ایده‌آل در مدیریت تروماهای ارتوپدی تبدیل کرده است^(۱۱۴). پیچ‌های اینترلاکینگ در شکستگی‌های فمور، تیبیا و هومروس به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند، به‌ویژه در مواردی که نیل داخل مدولاری به‌تنهایی قادر به حفظ هم‌راستایی قطعات استخوانی نیست. این پیچ‌ها با فراهم کردن پایداری بیشتر، موجب تسریع توانبخشی، کاهش درد و کاهش نرخ عوارض می‌شوند. مطالعات بالینی نشان داده‌اند که بیماران تحت درمان با پیچ‌های اینترلاکینگ، بهبود عملکردی بهتری را تجربه می‌کنند که این امر نقش حیاتی این پیچ‌ها را در تکنیک‌های تثبیت ارتوپدی برجسته می‌کند^(۱۱۵).

ملاحظات تکنیکی

انتخاب و استفاده از دریل جراحی

انتخاب دریل جراحی یکی از عوامل حیاتی در جراحی ارتوپدی است که هم بر دقت جایگذاری پیچ و هم بر پایداری مکانیکی ساختار فیکساسیون

1 Pre-drilling

2 Carbide-Tipped

3 Torque-Limiting Devices

Screw type	Cortex screw	Cortex screw	Cancellous bone screw, partial thread	Cancellous bone screw	Cortex screw	Cancellous bone screw, short thread	Cancellous bone screw, long thread	Cancellous bone screw, full thread
Screw size, mm	2.7	3.5	4.0	4.0	4.5	6.5	6.5	6.5
Drill bit for gliding hole, mm	2.7	3.5	-	-	4.5	4.5	4.5	4.5
Drill bit for pilot hole, mm	2.0	2.5	2.5	2.5	3.2	3.2	3.2	3.2
Tap size, mm	2.7	3.5	4.0	4.0	4.5	6.5	6.5	6.5

شکل ۱۹: سایز دریل براساس سایز پیچ‌ها.

منبع عکس: AO Surgery Reference, <https://surgeryreference.aofoundation.org>

جایگذاری را افزایش داده و از جابه‌جایی نامناسب جلوگیری کند^(۱۳۵). پیچ‌های کانوله که معمولاً در روش‌های کم‌تهاجمی استفاده می‌شوند، نیاز به جایگذاری دقیق سیم راهنما (Guidewire) قبل از ورود نهایی پیچ دارند تا تراز مناسب حفظ شود^(۱۳۴). در جراحی ستون فقرات، تکنیک‌های هدایت‌شده با ربات^۵ معرفی شده‌اند که دقت جایگذاری پیچ را افزایش داده و خطر آسیب به ساختارهای عصبی و عروقی را کاهش می‌دهند^(۱۳۶).

روش‌های فیکساسیون

روش داخل مدولاری (Intramedullary Approach)

در این روش، پیچ‌ها یا نیل‌های داخل مدولاری درون حفره مدولاری استخوان‌های بلند قرار داده می‌شوند تا حمایت داخلی فراهم کرده و در عین حال، از اختلال در خون‌رسانی پریوستال جلوگیری شود. این روش معمولاً در شکستگی‌های استخوان ران و تیبیا استفاده می‌شود و پایداری بیومکانیکی بهتری نسبت به فیکساسیون با صفحات ایجاد می‌کند^(۱۳۷). مطالعات نشان داده‌اند که پیچ‌های داخل مدولاری بار را به‌طور یکنواخت در امتداد محور استخوان توزیع کرده و تمرکز تنش را کاهش می‌دهند که احتمال شکست ایمپلنت را کاهش می‌دهد^(۱۳۸). با این حال، تکنیک ورود دقیق پیچ اهمیت زیادی دارد، زیرا ناهماهنگی می‌تواند باعث بی‌ثباتی چرخشی و تأخیر در ترمیم استخوان شود^(۱۳۹).

همچنین، تکنیک‌های تقویت سیمانی^۱ در مواردی که کیفیت استخوان ضعیف است، به افزایش استحکام فیکساسیون کمک می‌کنند، زیرا باعث افزایش سطح تماس پیچ-استخوان می‌شوند^(۱۳۹). برخی پیچ‌های ارتوپدی مدرن دارای شاخص‌های گشتاور داخلی هستند که به جراحان امکان کنترل دقیق نیروی ورود پیچ و کاهش احتمال شکست بیومکانیکی ایمپلنت را می‌دهند^(۱۴۰).

تکنیک‌های جایگذاری پیچ

روش‌های جایگذاری پیچ بسته به نوع پیچ و محل آناتومیکی ایمپلنت متفاوت است. روش سنتی درج دستی پیچ^۲ بازخورد لمسی به جراح می‌دهد و امکان کنترل دقیق‌تر گشتاور و عمق پیچ را فراهم می‌کند^(۱۴۱). با این حال، دریل‌های برقی^۳ به دلیل سرعت بالاتر و ورود یکنواخت‌تر پیچ، در جراحی‌هایی که نیاز به چندین پیچ دارند، بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند^(۱۴۲). مطالعات مقایسه‌ای نشان داده‌اند که استفاده از ابزارهای برقی زمان جراحی را کاهش می‌دهد اما اگر کنترل نشود، ممکن است خطر سفت‌شدن بیش‌ازحد پیچ را افزایش دهد^(۱۴۳). یکی دیگر از موارد مهم، زاویه ورود پیچ^۴ است. پیچ‌های ارتوپدی باید عمود بر سطح شکستگی قرار گیرند تا حداکثر فشردگی و پایداری را ایجاد کنند^(۱۴۴).

در مواردی که ورود زاویه‌دار پیچ ضروری است، برنامه‌ریزی قبل از جراحی با استفاده از سیستم‌های ناورب کامپیوتری می‌تواند دقت

1 Cement Augmentation

2 Hand-Driven Insertion

3 Power-Assisted Screwdrivers

4 Trajectory of Screw Insertion

5 Robotic-Assisted Insertion

طولانی‌مدت ایمپلنت در بدن کمک خواهد کرد که می‌تواند در فرآیند بازسازی طبیعی استخوان اختلال ایجاد کند.

یکی دیگر از مسیرهای مهم در تحول پیچ‌های ارتوپدی، اصلاح خواص بیومکانیکی آن‌ها است. پیچ‌های فعلی گاهی قدرت کششی^۵ ناکافی یا توزیع بار نامطلوب دارند که منجر به شکست ایمپلنت یا افزایش زمان بهبودی می‌شود. در طراحی‌های آینده، پیچ‌ها احتمالاً از اصلاحات سطحی، پوشش‌های نانوتکنولوژی و هندسه پیشرفته رزوه‌ها بهره خواهند برد تا استئواینترگریشن را افزایش داده و اثر محافظت از استرس را کاهش دهند. علاوه بر این، توسعه پیچ‌های با زاویه متغیر که قابلیت سفارشی‌سازی بیشتری دارند، موجب انطباق بهتر با ساختارهای آناتومیکی مختلف، به‌ویژه در تثبیت شکستگی‌های پیچیده خواهد شد.

علاوه بر نوآوری‌های مواد و مکانیکی، ادغام ایمپلنت‌های هوشمند مجهز به سیستم‌های نظارت لحظه‌ای^۶، جراحی ارتوپدی را متحول خواهد کرد. پیچ‌های هوشمند مجهز به میکروسنسورها می‌توانند اطلاعات ارزشمندی در مورد پیشرفت یونیون استخوان، پایداری ایمپلنت و میزان بار مکانیکی وارد شده به پیچ فراهم کنند. این فناوری‌ها امکان تشخیص زودهنگام عوارضی مانند لق شدن پیچ، عفونت یا تأخیر در یونیون استخوان را فراهم کرده و به مداخلات زودهنگام کمک می‌کنند که در نتیجه بهبود نتایج درمانی را در پی دارد. علاوه بر این، استفاده از هوش مصنوعی (AI) و یادگیری ماشین در جراحی ارتوپدی، دقت جایگذاری پیچ را از طریق برنامه‌ریزی پیش از جراحی و هدایت درون جراحی بهبود بخشید. با ادامه روند پیشرفت تحقیقات، همکاری میان دانشمندان مواد، مهندسان پزشکی و جراحان ارتوپدی نقش مهمی در انتقال نوآوری‌های آزمایشگاهی به کاربردهای بالینی خواهند داشت. پیچ‌های ارتوپدی آینده نه تنها عملکرد مکانیکی بهتری ارائه خواهند داد، بلکه در روند بهبودی بیمار نیز نقش فعال‌تری ایفا خواهند کرد و نیاز به جراحی‌های مجدد را کاهش داده و نرخ موفقیت جراحی‌ها را افزایش خواهند داد. با وجود چالش‌های موجود در دستیابی به این نوآوری‌ها، پیشرفت‌های سریع در بیومتریال‌ها، مدل‌سازی کامپیوتری و طراحی ایمپلنت‌ها نشان می‌دهد که آینده فیکساسیون ارتوپدی در مسیر تحولاتی چشمگیر قرار دارد.

نتیجه‌گیری

پیچ‌های ارتوپدی برای مدیریت شکستگی‌ها و جراحی‌های بازسازی نقش اساسی ایفا کرده‌اند و تحول آن‌ها ناشی از پیشرفت‌های بیومتریال، درک بهتر بیومکانیک و توسعه تکنیک‌های جراحی بوده است. طبقه‌بندی گسترده پیچ‌ها بر اساس طراحی و عملکرد آن‌ها، نشان‌دهنده سطح بالای

پیشرفت‌های اخیر شامل توسعه نیل‌های قابل گسترش^۱ است که با شکل کانال مدولاری تطبیق پیدا می‌کنند و نیاز به پیچ‌های قفل‌کننده اضافی را کاهش می‌دهند^(۱۴۰). همچنین، ارزیابی‌های بیومکانیکی نشان داده‌اند که ترکیب پیچ‌های داخل مدولاری با فیکساسیون خارجی (Hybrid Constructs) می‌تواند در شکستگی‌های پیچیده‌ای که روش‌های معمولی ناکارآمد هستند، نتایج بهتری ایجاد کند^(۱۴۱).

روش خارج مدولاری (Extramedullary Techniques)

فیکساسیون خارج مدولاری شامل پلاک گذاری و فیکساسیون خارجی است که در مواردی به کار می‌رود که حمایت مکانیکی مستقیم بدون ایجاد اختلال در کانال مدولاری ضروری باشد. این روش به‌ویژه در شکستگی‌های اطراف مفصل^۲ مفید است، جایی که نیل‌های داخل مدولاری ممکن است به دلیل محدودیت‌های آناتومیکی فیکساسیون کافی ایجاد نکنند^(۱۴۲). پلاک‌های قفل‌شونده که امکان ورود پیچ در زوایای ثابت را فراهم می‌کنند، به استاندارد طلایی در درمان شکستگی‌های پیچیده تبدیل شده‌اند، زیرا مقاومت بالاتری در برابر نیروهای برشی و پیچشی دارند^(۱۴۳).

مطالعات بیومکانیکی نشان داده‌اند که تکنیک‌های دو پلاکی^۳ که در آن دو پلاک در زوایای متفاوت به کار برده می‌شوند، پایداری بیشتری نسبت به روش‌های تک پلاک ایجاد می‌کنند، به‌ویژه در شکستگی‌های دیستال استخوان فمور^(۱۴۴). یکی دیگر از نوآوری‌های فیکساسیون خارج مدولاری استفاده از پلاک‌های قفل‌شونده با زاویه متغیر است که به جراحان امکان تنظیم مسیر ورود پیچ‌ها بر اساس آناتومی اختصاصی بیمار را می‌دهد^(۱۴۵). با این‌که فیکساسیون خارج مدولاری حمایت مکانیکی قوی‌تری فراهم می‌کند، اما معایب بالقوه‌ای مانند افزایش میزان برش جراحی، تحریک بافت نرم و خطر عفونت بالاتر در مقایسه با روش‌های داخل مدولاری دارد^(۱۴۶).

مسیرهای آینده

آینده فناوری پیچ‌های ارتوپدی شاهد پیشرفت‌های چشمگیری خواهد بود که ناشی از نوآوری‌های مواد، بهینه‌سازی‌های بیومکانیکی و ادغام سیستم‌های نظارت هوشمند است. یکی از مهم‌ترین مسیرهای توسعه پیچ‌های ارتوپدی، بهبود مواد زیست‌تخریب‌پذیر است. پیچ‌های زیست‌تخریب‌پذیر فعلی با نرخ‌های ثابت تجزیه می‌شوند که ممکن است همیشه با روند بهبودی استخوان هماهنگ نباشد. تحقیقات آینده بر توسعه مواد زیست‌سازگار^۴ متمرکز خواهد شد که قادر به تعدیل نرخ تجزیه خود بر اساس شرایط فیزیولوژیکی بافت استخوانی اطراف باشند. این نوآوری‌ها به کاهش عوارض مرتبط با تجزیه زودرس یا ماندگاری

- 1 Expandable Nails
- 2 Periarticular Fractures
- 3 Dual Plating
- 4 Bioadaptive Materials
- 5 Pullout Strength
- 6 Real-Time Monitoring

- 3 Meng M, Wang J, Huang H, Liu X, Zhang J, Li Z. 3D printing metal implants in orthopedic surgery: Methods, applications, and future prospects. *J Orthop Translat.* 2023;42:94-112. DOI: 10.1016/j.jot.2023.08.004
- 4 Tao L, Zhou S, Tao Z, Wen K, Da W, Meng Y. The publication trends and hot spots of scoliosis research from 2009 to 2018: a 10-year bibliometric analysis. *Ann Transl Med.* 2020;8(6):365. DOI: 10.21037/atm.2020.02.67.
- 5 Kubicek J, Tomanec F, Cerny M, Vilimek D, Kalova M, Oczka D. Recent trends, technical concepts, and components of computer-assisted orthopedic surgery systems. *Sensors.* 2019;19(23):5199. DOI: 10.3390/s19235199
- 6 Wang J.L, Xu J.K, Hopkins C, Chow D.H.K, Qin L. Biodegradable magnesium-based implants in orthopedics—a general review and perspectives. *Adv Sci(Weinh).* 2020;7(8):1902443. DOI: 10.1002/advs.201902443.
- 7 Vaishya R, Patralekh M.K, Vaish A, Agarwal A.K, Vijay V. Publication trends and knowledge mapping in 3D printing in orthopaedics. *J Clin Orthop Trauma.* 2018;9(3):194-201. DOI: 10.1016/j.jcot.2018.07.006.
- 8 Singh V, Mahajan R, Das K, Chhabra H.S, Rustagi T. Surgical Trend Analysis for Use of Cement Augmented Pedicle Screws in Osteoporosis of Spine: A Systematic Review(2000-2017). *Global Spine J.* 2019;9(7):783-795. DOI: 10.1177/2192568218801570.
- 9 Agarwal R, Gupta V, Singh J. Additive manufacturing-based design approaches and challenges for orthopedic bone screws: A state-of-the-art review. *J Braz Soc Mech Sci Eng.* 2022;44(12):3102.
- 10 Szczęśny G, Kopec M, Politis D.J, Kowalewski Z.L, Łazarski A, Szolc T. A review on biomaterials for orthopedic surgery and traumatology: From past to present. *Materials(Basel).* 2022;15(10):3622. DOI: 10.3390/ma15103622
- 11 Joscowicz L, Hazan E.J. Computer-aided orthopedic surgery: Incremental shift or paradigm change?. *Adv Exp Med Biol.* 2018;1093:21-30. doi: 10.1007/978-981-13-1396-7_2.
- 12 Ścibior A, Pietrzyk Ł, Plewa Z, Skiba A. Vanadium: Risks and possible benefits in the light of a comprehensive overview of its pharmacotoxicological mechanisms and multi-applications with a summary of further research trends. *J Trace Elem Med Biol.* 2020;61:126508. DOI: 10.1016/j.jtemb.2020.126508.
- 13 Hallab NJ, Jacobs JJ. Orthopedic Applications. In book: *Biomaterials Science* 2020. p.1079-1118.e1. DOI:10.1016/B978-0-12-816137-1.00070-2.
- 14 Helm P.A, Teichman R, Hartmann S.L, Simon D. Spinal Navigation and Imaging: History, Trends, and Future. *IEEE Trans Med Imaging.* 2015;34(8):1738-46. DOI: 10.1109/TMI.2015.2391200.
- 15 Giannoudis P.V, Chloros G.D, Ho Y.S. A historical review and bibliometric analysis of research on fracture nonunion in the last three decades. *Int Orthop.* 2021;45(7):1663-1676. DOI: 10.1007/s00264-021-05020-6.
- 16 Elsayed M.D. Biomechanical factors that influence the bone-implant-interface. *Res Rep Oral Maxillofac Surg.* 2019;3(1):1-4. DOI: 10.23937/iaoms-2017/1710023.
- 17 Jin W, Chu P.K. Orthopedic implants. *Encycloped Biomed Eng.* 2019;2:425-39. DOI: 10.1016/B978-0-12-801238-3.10999-7.
- 18 Nekhlopochny O.S, Verbov V.V, Karpinsky M.Y, Yaresko O.V. Biomechanical evaluation of the pedicle screw insertion depth and role of cross-link in thoracolumbar junction fracture surgery: a finite element study under compressive loads. *Ukrain Neurosurg J.* 2021;27(3):25-32. DOI: 10.25305/unj.230621

سفارشی‌سازی در اختیار جراحان ارتوپدی است که امکان تثبیت دقیق و کارآمد شکستگی‌ها در نواحی آناتومیکی مختلف را فراهم می‌کند. تحولات مداوم در فناوری پیچ‌های ارتوپدی، به‌ویژه در زمینه مواد زیست‌تخریب‌پذیر، ایمپلنت‌های هوشمند و پیچ‌های دارو-رهش، بر تأکید فزاینده بر راهکارهای اختصاصی بیمار و بهبود نتایج بالینی دلالت دارد. با وجود پیشرفت‌های قابل‌توجه در بهبود عملکرد پیچ‌های ارتوپدی، چندین چالش همچنان باقی مانده است.

مشکلاتی مانند لق شدن پیچ، عفونت، جایگذاری نادرست و عوارض مرتبط با ایمپلنت همچنان بر روند بهبودی بیماران و نرخ موفقیت درازمدت جراحی‌ها تأثیر می‌گذارند. ادغام مواد پیشرفته، مانند منیزیم و کامپوزیت‌های پلیمری هیبریدی، همراه با تکنیک‌های فیکساسیون نوین، انتظار می‌رود این چالش‌ها را کاهش دهد.

آینده فناوری پیچ‌های ارتوپدی بر دستیابی به زیست‌سازگاری بیشتر، بهبود خواص مکانیکی و قابلیت ارائه بازخورد لحظه‌ای از روند جوش استخوان متمرکز خواهد بود. با حرکت این حوزه به‌سوی ایمپلنت‌های اختصاصی بیمار و پزشکی شخصی‌سازی‌شده، نقش پرینت سه‌بعدی و مدل‌سازی محاسباتی در طراحی و ساخت پیچ‌های ارتوپدی برجسته‌تر خواهد شد. همچنین، تحقیقات مداوم در زمینه تکنیک‌های جراحی کم‌تهاجمی، به کاهش عوارض مرتبط با جراحی‌های باز و تسریع زمان بهبودی بیماران کمک خواهد کرد.

در نتیجه، تحول پیچ‌های ارتوپدی گواهی بر تلاش‌های مستمر در مهندسی پزشکی و نوآوری‌های جراحی است. با پرداختن به چالش‌های کنونی و بهره‌گیری از فناوری‌های نوپهور، نسل آینده پیچ‌های ارتوپدی نه تنها پایداری فیکساسیون را بهبود خواهد بخشید، بلکه از طریق یکپارچگی بهتر با استخوان، کاهش عوامل خطر و افزایش طول عمر ایمپلنت، به نتایج بهتر بیماران کمک خواهد کرد.

این حوزه همچنان در حال تحول است و با تحقیقات مداوم و همکاری بین‌رشته‌ای، فیکساسیون ارتوپدی به سطوح جدیدی از ایمنی، کارایی و عملکرد خواهد رسید.

تقدیر و تشکر

نویسندگان مراتب تقدیر و تشکر خود را از واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان امام خمینی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران جهت پشتیبانی و همکاری در طول دوره مطالعه اعلام می‌دارند.

منابع

- 1 Zan R, Shen S, Huang Y, Yu H, Liu Y, Shi Yang, et al. Research hotspots and trends of biodegradable magnesium and its alloys. *Smart Mater Med.* 2023;4(1): 468-479. <https://doi.org/10.1016/j.smam.2023.01.002>.
- 2 Li Y, Felländer-Tsai L. The bone-anchored prostheses for amputees—Historical development, current status, and future aspects. *Biomaterials.* 2021 273:120836. DOI: 10.1016/j.biomaterials.2021.120836.

- 19 Grzeskowiak R.M, Schumacher J, Dhar M.S, Harper D.P, Dhar M.S, Mulon P.Y, et al. Bone and cartilage interfaces with orthopedic implants: a literature review. *Front Surg.* 2020;7:601244. DOI: 10.3389/fsurg.2020.601244.
- 20 Xu M, Yang J, Lieberman I.H, Haddas R. Finite element method-based study of pedicle screw–bone connection in pullout test and physiological spinal loads. *Med Eng Phys.* 2019;67:11-21. DOI: 10.1016/j.medengphy.2019.03.004.
- 21 Bianco R.J, Arnoux P.J, Wagnac E, Mac-Thiong J.M, Aubin C.É. Minimizing pedicle screw pullout risks: a detailed biomechanical analysis of screw design and placement. *Clin Spine Surg.* 2017;30(3):E226-32. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000151.
- 22 Wray S, Mimran R, Vadapalli S, Shetye S.S, McGilvray K.C, Puttlitz C.M. Pedicle screw placement in the lumbar spine: effect of trajectory and screw design on acute biomechanical purchase. *J Neurosurg Spine.* 2015;22(5):503-10. DOI: 10.3171/2014.10.SPINE14205.
- 23 Gao X, Fraulob M, Häät G. Biomechanical behaviours of the bone–implant interface: a review. *J R Soc Interface.* 2019;16(156):20190259. DOI: 10.1098/rsif.2019.0259.
- 24 Suryavanshi A, Khanna K, Sindhu K.R, Bellare J, Srivastava R. Development of bone screw using novel biodegradable composite orthopedic biomaterial: From material design to in vitro biomechanical and in vivo biocompatibility evaluation. *Biomed Mater.* 2019;14(4):045020. DOI: 10.1088/1748-605X/ab16be.
- 25 Liu Y, Xu J, Sun D, Luo F, Zhang Z, Dai F. Biomechanical and finite element analyses of bone cement-Injectable cannulated pedicle screw fixation in osteoporotic bone. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2016;104(5):960-7. DOI: 10.1002/jbm.b.33424.
- 26 Schliemann B, Seifert R, Rosslensbroich S.B, Theisen C, Wähnert D, Raschke M.J, et al. Screw augmentation reduces motion at the bone-implant interface: a biomechanical study of locking plate fixation of proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg.* 2015;24(12):1968-73. DOI: 10.1016/j.jse.2015.06.028.
- 27 Jain P, Rana M, Biswas J.K, Khan M.R. Biomechanics of spinal implants—a review. *Biomed Phys Eng Express.* 2020;6(4):042002. DOI: 10.1088/2057-1976/ab9dd2.
- 28 Innocenti B, Bori E, Armadori F, Schlager B, Jonas R, Wilke H.J, Galbusera F. The use of computational models in orthopedic biomechanical research. In *Human orthopaedic biomechanics 2022*. pp. 681-712. Academic Press.
- 29 Molinari L, Falcinelli C, Gizzi A, Martino A.D. Biomechanical modeling of metal screw loadings on the human vertebra. *Acta Mechan Sin.* 2021;37:307-20.
- 30 Makary C, Menhall A, Zammari C, Lombardi T, Lee S.Y, Stacchi C, et al. Primary stability optimization by using fixtures with different thread depth according to bone density: a clinical prospective study on early loaded implants. *Materials(Basel).* 2019;12(15):2398. DOI: 10.3390/ma12152398.
- 31 Schaller B, Burkhard J.P.M, Chagnon M, Beck S, Imwinkelried T, Assad M. Fracture healing and bone remodeling with human standard-sized magnesium versus polylactide–co-glycolide plate and screw systems using a mini-swine model. *J Oral Maxillofac Surg.* 2018; 76(10):2138-2150. DOI: 10.1016/j.joms.2018.03.039.
- 32 Merolli A. Bone repair biomaterials in orthopedic surgery. In *Bone Repair Biomaterials 2019 Jan 1*(pp. 301-327). Woodhead Publishing.
- 33 Elkolaly M.A, Hasan H.S. MH cortical screws, a revolutionary orthodontic TADs design. *J Orthod Sci.* 2022;11(1):53. DOI: 10.4103/jos.jos_49_22.
- 34 Banerjee A, Biberthaler P, Shanmugasundaram S, editors. *Handbook of Orthopaedic Trauma Implantology*. Springer Nature; 2023 Oct 31.
- 35 Singh RP, Gupta V, Pandey PM, Mridha AR. Effect of drilling techniques on microcracks and pull-out strength of cortical screw fixed in human tibia: an in-vitro study. *Annals of Biomedical Engineering.* 2021 Jan;49(1):382-93. DOI: 10.1007/s10439-020-02565-2
- 36 Feng X, Lin G, Fang CX, Lu WW, Chen B, Leung FK. Bone resorption triggered by high radial stress: the mechanism of screw loosening in plate fixation of long bone fractures. *Journal of Orthopaedic Research®.* 2019 Jul;37(7):1498-507. DOI: 10.1002/jor.24286
- 37 Cho H.M, Choi S.M, Park J.Y, Lee Y, Bae J.H. A finite element analysis and cyclic load experiment on an additional transcortical-type hole formed around the proximal femoral nail system's distal locking screw. *BMC Musculoskelet Disord.* 2022;23(1):92. DOI: 10.1186/s12891-022-05006-4.
- 38 Wang R, Zhang H, Cui H, Fan Z, Xu K, Liu P, et al. Clinical effects and risk factors of far cortical locking system in the treatment of lower limb fractures. *Injury.* 2019;50(2):432-437. DOI: 10.1016/j.injury.2018.09.013.
- 39 Lanzetti R.M, Caraffa A, Lupariello D, Ceccarini P, Gambaracci G, Meccariello L, et al. Comparison between locked and unlocked intramedullary nails in intertrochanteric fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2018;28(4):649-58. DOI: 10.1007/s00590-018-2143-9.
- 40 Wu C, Deng J, Pan J, Li T, Tan L, Yuan D. Anatomical conditions and patient-specific locked navigation templates for transverse sacroiliac screw placement: a retrospective study. *J Orthop Surg Res.* 2020;15(1):260. DOI: 10.1186/s13018-020-01752-0.
- 41 Yammine K, Karam K, Assi C. Cortical versus cancellous screws in treating medial malleolar fractures: A systematic review of comparative clinical and biomechanical studies. *Foot(Edinb).* 2019;40:81-6. DOI: 10.1016/j.foot.2019.05.002.
- 42 Fan Z, Huang Y, Su H, Jiang T. How to choose the suitable FNS specification in young patients with femoral neck fracture: a finite element analysis. *Injury.* 2021;52(8):2116-25. DOI: 10.1016/j.injury.2021.05.043.
- 43 Wang Z, Yin Y, Li Q, Sun G, Peng X, Yin H, et al. Comparison of early complications between the use of a cannulated screw locking plate and multiple cancellous screws in the treatment of displaced intracapsular hip fractures in young adults: a randomized controlled clinical trial. *J Orthop Surg Res.* 2018;13:1-0. DOI: 10.1186/s13018-018-0901-3.
- 44 Guimarães J.A.M, Rocha L.R, Rocha T.H, Bonfim D.C, da Costa R.S, dos Santos Cavalcanti A, Roesler C.R, Machado J.A, Aguiar D.P, Duarte M.E et al. Vertical femoral neck fractures in young adults: a closed fixation strategy using a transverse cancellous lag screw. *Injury.* 2017;48 Suppl 4:S10-S16. DOI: 10.1016/S0020-1383(17)30769-6.
- 45 Omid R, Trasolini N.A, Stone M.A, Namdari S. Principles of locking plate fixation of proximal humerus fractures *J Am Acad Orthop Surg.* 2021;29(11):e523-35. DOI: 10.5435/JAAOS-D-20-00558.

- 46 Musapour M, Nayebi A, Ghavanloo E. Fatigue life study of Cortical and Cancellous screws: Experimental method and critical plane models. *Eng Fail Anal.* 2024;159:108109.
- 47 Pal A.K, Baksi D. Biomechanics of Orthopaedic Implants Demystified. In *Handbook of Orthopaedic Trauma Implantology 2023* Nov 1(pp. 629-668). Singapore: Springer Nature Singapore. DOI:10.1007/978-981-15-6278-5_36-1.
- 48 Cronier P, Pietu G, Dujardin C, Bigorre N, Ducellier F, Gerard R. The concept of locking plates. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2010;96(4):S17-36. DOI: 10.1016/j.otsr.2010.03.008.
- 49 Ni M, Wong D.W, Mei J, Niu W, Zhang M. Biomechanical comparison of locking plate and crossing metallic and absorbable screws fixations for intra-articular calcaneal fractures. *Sci China Life Sci.* 2016;59(9):958-64. DOI: 10.1007/s11427-016-0010-9.
- 50 Auer J.A. Surgical equipment and implants for fracture repair. *Equine Fracture Repair.* 2019:107-26. DOI: 10.1002/9781119431749.ch8.
- 51 Nienhaus M, Zderic I, Wahl D, Gueorguiev B, Rommens P.M. A locked intraosseous nail for transverse patellar fractures: a biomechanical comparison with tension band wiring through cannulated screws. *J Bone Joint Surg Am.* 2018;100(12):e83. DOI: 10.2106/JBJS.17.00272.
- 52 Wu P.H, Dixit A, Kiat Tan D.M, Shen L, Chee Y.H. Prospective study of surgical fixation of radial head fractures using cannulated headless compression screws for simple and complex radial head fractures. *J Orthop Surg(Hong Kong).* 2017;25(2):2309499017716278. DOI: 10.1177/2309499017716278.
- 53 Tang W, Jian Q, Dong C, Chen T, Liu B. Development and validation of a specialized system for self-tapping medical bone screw testing. *Med Eng Phys.* 2023;118:104005. DOI: 10.1016/j.medengphy.2023.104005.
- 54 Jamil M, Rafique S, Khan A.M, Hegab H, Mia M, Gupta M.K, et al. Comprehensive analysis on orthopedic drilling: A state-of-the-art review. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine.* 2020 Jun;234(6):537-61. DOI: 10.1177/0954411920911283.
- 55 Blom A, Warwick D, Whitehouse M, editors. *Apley & Solomon's system of orthopaedics and trauma.* CRC press; 2017 Aug 29. DOI: 10.4324/9781315118192.
- 56 Han F, Zhong Z, Zhou M, Chen Q, Liu Y, Rui Y, et al. A novel technique for treating simple transverse patellar fractures using cannulated screws: a cadaveric and clinical study. *J Orthop Surg Res.* 2023;18(1):835. DOI: 10.1186/s13018-023-04309-z.
- 57 Lopez-Ovenza J.M, Tapia A, Duca J.I. Clinical and radiographic outcomes using standard length of cannulated screws for traditional Latarjet procedure. *JSES Int.* 2025;9(1):25-30. DOI: 10.1016/j.jseint.2024.08.202.
- 58 Zhang Y, Wang H, Wang T, Chen W, Zhu Y. Biomechanics of the Fracture Fixation. In book: *Frontiers in Orthopaedic Biomechanics.* 2020:301-37. DOI:10.1007/978-981-15-3159-0_12.
- 59 Wagner F.C, Neumann M.V, Wolf S, Jonaszik A, Izadpanah K, Piatek S, et al. Biomechanical comparison of a 3.5 mm anterior locking plate to cannulated screws with anterior tension band wiring in comminuted patellar fractures. *Injury.* 2020;51(6):1281-7. DOI: 10.1016/j.injury.2020.03.030.
- 60 Elkin D.M, Galloway J.D, Koury K, Ni J.J, Reilly M.C, Adams M.R, et al. Patella fracture fixation with a non-locked anterior plating technique: A biomechanical study. *Injury.* 2021;52(4):686-91. DOI: 10.1016/j.injury.2020.11.040.
- 61 Douthit C, Blue M, Wooldridge A.N, Lierly-Chick M, Gilbert K, Grimes J. Comparison of Joint Compression and Pull-Out Strength of 6.5-mm Self-Drilling Screws with Headed and Headless in Subtalar Arthrodesis: A Pilot Study. *UNM Orthop Res J.* 2019;8(1):27.
- 62 Gardner A.W, Toh M.Z, Yew K.S, Lie D.T, Chou S.M. Cannulated versus non-cannulated cancellous screw fixation for femoral neck fractures: a synthetic bone biomechanical study. *J Orthop Surg(Hong Kong).* 2015;23(1):41-6. DOI: 10.1177/230949901502300110.
- 63 Galhoum A, Alrashidi Y, Herrera-Pérez M, Wiewiorski M, Miller M.B, Barg A, et al. Hindfoot Double Arthrodesis in Adults Using Cannulated Screws: How We Do It?. *Tech Foot Ank Sur.* 2022;21(2):63-9. DOI: 10.1097/BTF.000000000000299.
- 64 Odekerken JC, Dirks AJ, Loontjens JA, Brans BT, Rijk LN, Arts JJ, Welting TJ, Walenkamp GH. A novel polymer-based osteoconductive drug-eluting coating for orthopaedic implants. *Orthopaedic Infections: Pre-clinical Models.* 2015:161. DOI:10.26481/dis.20150424jo
- 65 Ponsar H. Customizable Drug-Loaded Implants Produced via Fused Deposition Modeling (Doctoral dissertation, Dissertation, Düsseldorf, Heinrich-Heine-Universität, 2022).
- 66 Auer J.A, Grainger D.W. Fracture management in horses: Where have we been and where are we going?. *Vet J.* 2015 Oct 1;206(1):5-14. DOI: 10.1016/j.tvjl.2015.06.002.
- 67 Losic D, Aw M.S, Santos A, Gulati K, Bariana M. Titania nanotube arrays for local drug delivery: recent advances and perspectives. *Expert Opin Drug Deliv.* 2015;12(1):103-27. DOI: 10.1517/17425247.2014.945418.
- 68 Davachi S.M, Kaffashi B. Polylactic acid in medicine. *Pol Plast Tech Eng.* 2015;54(9): 150106043200007. DOI:10.1080/03602559.2014.979507.
- 69 Asikainen S, Paakinaho K, Kyhkyinen A.K, Hannula M, Malin M, Ahola N, et al. Hydrolysis and drug release from poly(ethylene glycol)-modified lactone polymers with open porosity. *Eur Pol J.* 2019;113:165-75. DOI: 10.1016/j.eurpolymj.2019.01.056.
- 70 Ambardekar R.(2015). Controlled drug release from oriented biodegradable polymers (Doctoral dissertation, University of Bradford).
- 71 Yang Y, Yang Y, Hou Z, Wang T, Wu P, Shen L, et al. Comprehensive review of materials, applications, and future innovations in biodegradable esophageal stents. *Front Bioeng Biotechnol.* 2023;11:1327517. DOI: 10.3389/fbioe.2023.1327517.
- 72 Ghosh A, Orasugh J.T, Ray S.S, Chattopadhyay D. Integration of 3D printing-coelectrospinning: Concept shifting in biomedical applications. *ACS Omega.* 2023;8(31):28002-25. DOI: 10.1021/acsomega.3c03920.
- 73 Jmróz W, Szafraniec J, Kurek M, Jachowicz R. 3D printing in pharmaceutical and medical applications—recent achievements and challenges. *Pharm Res.* 2018;35(9):176. 1. DOI: 10.1007/s11095-018-2454-x.
- 74 Dhandapani V, Saseedharan P, Groleau D, Vermette P. Overview of approval procedures for bioadhesives in the United States of America and Canada. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2022;110(4):950-66. DOI: 10.1002/jbm.b.34956.

- 75 King D, McGinty S. Assessing the potential of mathematical modelling in designing drug-releasing orthopaedic implants. *J Cont Rel.* 2016;239:49-61.
- 76 Hamza H.M, Malik M.M, Asad M, Ali S, Awan A.A. Advances in orthopedic implants: the role of nanotechnology in enhancing performance and longevity. *Regenerative Med Rep.* 2025;10-4103. DOI:10.4103/REGENMED.REGENMED-D-24-00024.
- 77 Quarterman J.C, Geary S.M, Salem A.K. Evolution of drug-eluting biomedical implants for sustained drug delivery. *Eur J Pharm Biopharm.* 2021;159:21-35. DOI: 10.1016/j.ejpb.2020.12.005.
- 78 Awadalla M, Al-Dirini M, O'Rourke D, Solomon B, Heldreth M, Rullkoetter P, et al. Influence of stems and metaphyseal sleeve on primary stability of cementless revision tibial trays used to reconstruct AORI IIB defects. *J Orthop Res.* 2019;37(5):1033-41. DOI: 10.1002/jor.24232.
- 79 Garlapaty A, Cook J.L, Bezold W, Schweser K. Activated nitinol compression staples are associated with favorable biomechanical properties for talonavicular arthrodesis. *J Orthop.* 2024;52:90-3. DOI: 10.1016/j.jor.2024.02.032.
- 80 Li S, Wang Z.H, Chang S.M. Whether or not practicing early weight-bearing makes the differences in the risk of reoperation after cephalomedullary nailing. *Injury.* 2025;56(8):112006. DOI: 10.1016/j.injury.2024.112006.
- 81 Wood R, Zeigler T. Provisional Reduction to Avoid the Wedge Effect and Control Rotational Deforming Force During Cephalomedullary Nail Insertion for Unstable Intertrochanteric and Basicervical Femoral Neck Fractures: A Novel Surgical Technique. *Tech Orthop.* 2024;39(3):86-89. DOI: 10.1097/BTO.0000000000000661.
- 82 Mahaisavariya C, Jitprapaikularn S, Mahaisavariya B, Chantapanich N. Torsional stability of fixation methods in basicervical femoral neck fractures: a biomechanical study. *J Orthop Surg Res.* 2024;19(1):371. DOI: 10.1186/s13018-024-04842-5.
- 83 Jiang D, Rao X, Lu H, Liu D, Li M, Liu Y, et al. The finite element analysis study of the impact of single and double lag screw fixation on ankle fractures of different sizes. *Com Met Biom Biomed Eng.* 2024;28(4):1-10. DOI:10.1080/10255842.2024.2347483.
- 84 Dal Porto-Kujanpaa S.E, Sakkab R, Bagsic S.R, Puglisi L, Collins M.L, Rice B.M. Short term temporal outcomes after intramedullary fixation of lateral malleolus fractures. *J Foot Ankle Surg.* 2025;64(2):162-165. DOI: 10.1053/j.jfas.2024.09.011.
- 85 Nixon A.J, Auer J.A, Watkins J.P. Principles of fracture fixation. *Equine Fracture Repair.* 2019 Oct 28:127-55. DOI: 10.1002/9781119108757.ch9.
- 86 Hicks R.B, Glass K.G, Watkins J.P. Proximal interphalangeal locking compression plate for pastern arthrodesis in horses. *Equine Vet J.* 2022;54(4):740-9. DOI: 10.1111/evj.13476.
- 87 Nunamaker D.M. Orthopedic implant failure. *Equine fracture repair.* 2019 Oct 28:831-4.
- 88 Hazra S. Quest for better fracture reduction in Orthopaedic traumatology. In *Handbook of Orthopaedic Trauma Implantology 2023* Jul 23(pp. 1-21). Singapore: Springer Nature Singapore.
- 89 Bohl D.D, Mehraban N, Foran I, Hamid K.S. Routine Fixation of Weber B Fibula Fractures with a Lateral Locking Plate and No Lag Screw. *Foot Ankle Orthop.* 2020;5(4):2473011420S00140. DOI: 10.1177/2473011420S00140.
- 90 Watrous G. Biomechanical comparison of the 1.5 mm locking compression plate with the 1.5 and 2.0 mm minicutttable plates & Effect of bone-plate distance on the biomechanical properties of the 1.5 mm locking plate (Doctoral dissertation, University of Guelph).
- 91 Wang W.L, Tosti R. A novel technique for correcting radial length and translation in distal radius fractures. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2018;22(3):116-9. DOI: 10.1097/BTH.0000000000000201.
- 92 Ju D.G, Debbi E.M, Neustein A.Z, Moon C.N. Fibular lengthening osteotomy with revision syndesmotom repair for ankle fracture malunion. *J Orthop Trauma.* 2019; 33 Suppl 1:S38-S39. DOI: 10.1097/BOT.0000000000001534.
- 93 Taylor K.F, Sharma J, Davissou N.A, Roush E.P, Jones C.M, Lewis G.S. Effect of metacarpal fixation configuration on strength and fracture gap displacements in a cadaveric model of externally fixed distal radius fractures. *Hand(N Y).* 2021;16(2):241-7. DOI: 10.1177/1558944719851231.
- 94 Barr C, Behn A.W, Yao J. Plating of metacarpal fractures with locked or nonlocked screws, a biomechanical study: how many cortices are really necessary?. *Hand(N Y).* 2013;8(4):454-9. DOI: 10.1007/s11552-013-9544-3.
- 95 Shibuya N, Smith R.S, Escobedo L.A, Agarwal M.R. A push-pull distraction method for arthroscopic subtalar joint arthrodesis. *J Foot Ankle Surg.* 2014;53(6):825-8. DOI: 10.1053/j.jfas.2014.03.010.
- 96 Alter T.H, Varghese B.B, DelPrete C.R, Katt B.M, Monica J.T. Reduction techniques in volar locking plate fixation of distal radius fractures. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2022;26(3):168-177. DOI: 10.1097/BTH.0000000000000380.
- 97 Woodward C, Donegan D. Operative technique: A modification of the "push-pull screw" distraction technique for obtaining fibular length. *UPOJ.* 2015;25:18-20.
- 98 McCown S.A, Weatherby P.J, Morris R.P, Panchbhavi V.K, Hagedorn J.C, Weiss W.M, et al. Preventing Iatrogenic Fibula Fractures Using the Push-Pull Technique: A Biomechanical Comparison of Unicortical Versus Bicortical Post Screws. *Orthopedics.* 2024;47(5):308-12. DOI: 10.3928/01477447-20240702-02.
- 99 Putzeys G. The Humeral Head Push-Pull Plate Technique: An Alternative Way to Stabilize the Humeral Head in Varus Angulated Proximal Humeral Fractures in the Elderly. *J Orthop Trauma.* 2023;37(12):e478-83. DOI: 10.1097/BOT.0000000000002604.
- 100 Wurm M, Schuh R, Wanivenhaus A, Windhager R, Trnka H.J. The Midfoot Fusion Bolt: A new perspective? *Orthopäde.* 2015;44(1):65-70. DOI: 10.1007/s00132-014-3057-9.
- 101 Wiewiorski M, Yasui T, Miska M, Frigg A, Valderrabano V. Solid bolt fixation of the medial column in Charcot midfoot arthropathy. *J Foot Ankle Surg.* 2013;52(1):88-94. DOI: 10.1053/j.jfas.2012.05.017.
- 102 Safavi P.S, Jupiter D.C, Panchbhavi V. A systematic review of current surgical interventions for Charcot neuroarthropathy of the midfoot. *J Foot Ankle Surg.* 2017;56(6):1249-1252. DOI: 10.1053/j.jfas.2017.06.011.
- 103 Mehlhorn A.T, Walther M, Iblher N, Südkamp N.P, Volz M. Complication assessment and prevention strategies using midfoot fusion bolt for medial column stabilization in Charcot's osteoarthropathy. *Foot(Edinb).* 2016;29:36-41. DOI: 10.1016/j.foot.2016.10.005.

- 104 Butt D.A, Hester T, Bilal A, Edmonds M, Kavarthapu V. The medial column Synthes Midfoot Fusion Bolt is associated with unacceptable rates of failure in corrective fusion for Charcot deformity: Results from a consecutive case series. *Bone Joint J.* 2015;97-B(6):809-13. DOI: 10.1302/0301-620X.97B6.34844.
- 105 Mehlhorn A.T, Uglad K.I, Hörterer H, Gottschalk O, Walther M. A high-profile thread with grit-blasted and acid-etched surface reduces loosening of medial column fusion bolt in unstable Charcot foot. *Foot Ankle Surg.* 2020;26(6):637-643. DOI: 10.1016/j.fas.2019.08.004.
- 106 Anciano V, Barcel A, Kaiser P, Habet N, Wang S, Duemmler M, et al. Compressive Strength of Midfoot Fusion Nail vs Midfoot Fusion Bolt and Role of Subtalar Fusion in Midfoot Charcot Fixation Model. *Foot Ankle Int.* 2024;45(8):888-895. DOI: 10.1177/10711007241251816.
- 107 Siebachmeyer M, Boddu K, Bilal A, Hester T.W, Hardwick T, Fox T.P, et al. Outcome of one-stage correction of deformities of the ankle and hindfoot and fusion in Charcot neuroarthropathy using a retrograde intramedullary hindfoot arthrodesis nail. *Bone Joint J.* 2015;97-B(1):76-82. DOI: 10.1302/0301-620X.97B1.34542.
- 108 Ågren P.H. Midfoot Fusion Bolt, a New Implant, and Description of the Technique for Stabilization of Severe Midfoot Instability Including Charcot Foot Reconstruction. *Tech Orthop.* 2012;27(2):130-4. DOI: 10.1097/BTO.0b013e31825d6e16.
- 109 Ahluwalia R, O'dak S, Reichert I.L.H, Vas P, Edmonds M, Kavarthapu V. The Medial Column Fusion Bolt: Meta-Analysis of Its Medium Term Results. *Foot Ankle Orthop.* 2016 Aug 19;1(1):2473011416S00302. DOI:10.1177/2473011416S00302.
- 110 Gougoulias N, Lampridis V. Midfoot arthrodesis. *Foot Ankle Sur.* 2016;22(1):17-25. DOI: 10.1016/j.fas.2015.04.004.
- 111 Pope E.J, Takemoto R.C, Kummer F.J, Mroczek K.J. Midfoot fusion: a biomechanical comparison of plantar planting vs intramedullary screws. *Foot Ankle Int.* 2013 Mar;34(3):409-13. DOI: 10.1177/1071100712464210.
- 112 Jarrell S.E, Owen J.R, Wayne J.S, Adelaar R.S. Biomechanical comparison of screw versus plate/screw construct for talonavicular fusion. *Foot ankle int.* 2009;30(2):150-6. DOI: 10.3113/FAI-2009-0150.
- 113 Anciano V, Barcel D, Kaiser P, Habet N, Irwin TA, Jones III CP. Strength and Compressive Ability of Midfoot Fusion Nail vs Midfoot Fusion Bolt and Role of Subtalar Fusion. *Foot Ankle Orthop.* 2022;7(1):2473011421S00004. DOI: 10.1177/2473011421S00004.
- 114 Karaismailoglu B, Peiffer M, Raduan F, Hollander J.J, Knebel A, Kwon J.Y, et al. Radiological Safety Atlas of Minimally Invasive Midfoot Fusion: A Cadaver Study. *Foot Ankle Surg.* 2025;31(5):448-453. DOI: 10.1016/j.fas.2025.01.009.
- 115 Marks R.M, Parks B.G, Schon L.C. Midfoot fusion technique for neuroarthropathic feet: Biomechanical analysis and rationale. *Foot Ankle Int.* 1998;19(8):507-10. DOI: 10.1177/107110079801900801.
- 116 Lang S.D, Gilmer B.B. A Dual-Motor Drill Reduces Plunge, Simultaneously Gauges Depth, and Saves Time When Placing Orthopedic Screws. *Orthopedics.* 2020;43(5):e465-70. DOI: 10.3928/01477447-20200521-09.
- 117 Sadowitz P.M, Jones S.C, Beale B.S, Cross A.R, Hudson C.C. Effect of screw insertion angle and speed on the incidence of transcortical fracture development in a canine tibial diaphyseal model. *Vet Surg.* 2023 Nov;52(8):1112-20. DOI: 10.1111/vsu.14009.
- 118 Zdero R, MacAvelia T, Janabi-Sharifi F. Force and torque measurements of surgical drilling into whole bone. In book: *Experimental Methods in Orthopaedic Biomechanics 2017* Jan 1(pp. 85-100). Academic Press. DOI:10.1016/B978-0-12-803802-4.00006-8.
- 119 Faldini C, Viroli G, Fiore M, Barile F, Manzetti M, Di Martino A, et al. Power-assisted pedicle screws placement: Is it as safe and as effective as manual technique? Narrative review of the literature and our technique. *Musculoskelet Surg.* 2021;105:117-23. DOI: 10.1007/s12306-021-00714-x.
- 120 Inceoglu S, Ferrara L, McLain R.F. Pedicle screw fixation strength: pullout versus insertional torque. *spine j.* 2004;4(5):513-8. DOI: 10.1016/j.spinee.2004.02.006.
- 121 Moldovan F, Bătagă T. Torque control during bone insertion of cortical screws. *Proced Manufact.* 2020;46:484-90. DOI:10.1016/j.promfg.2020.03.070.
- 122 Öktenoğlu B.T, Ferrara L.A, Andalkar N, Özer A.F, Sarioğlu A.Ç, Benzel E.C. Effects of hole preparation on screw pullout resistance and insertional torque: a biomechanical study. *J Neurosurg.* 2001;94(1 Suppl):91-6. DOI: 10.3171/spi.2001.94.1.0091.
- 123 Islam M.A, Kamarrudin N.S, Daud R, Mohd Noor S.N, Azmi A.I, Razlan Z.M. A review of surgical bone drilling and drill bit heat generation for implantation. *Metals.* 2022;12(11):1900. DOI: 10.3390/met12111900.
- 124 MacAvelia T, Salahi M, Olsen M, Crookshank M, Schemitsch E.H, Ghasempoor A, et al. Biomechanical measurements of surgical drilling force and torque in human versus artificial femurs. *J Biomech Eng.* 2012;134(12):124503. DOI: 10.1115/1.4007953.
- 125 Jamil M, Rafique S, Khan A.M, Hegab H, Mia M, Gupta M.K, et al. Comprehensive analysis on orthopedic drilling: A state-of-the-art review. *Proc Inst Mech Eng H.* 2020 Jun;234(6):537-61. DOI: 10.1177/0954411920911283.
- 126 Alambeigi F, Bakhtiarinejad M, Sefati S, Hegeman R, lordachita I, Khanuja H, et al. On the use of a continuum manipulator and a bendable medical screw for minimally invasive interventions in orthopedic surgery. *IEEE Trans Med Robot Bionics.* 2019;1(1):14-21. DOI: 10.1109/tmrb.2019.2895780.
- 127 Ricci WM, Tornetta III P, Petteys T, Gerlach D, Cartner J, Walker Z, Russell TA. A comparison of screw insertion torque and pullout strength. *Journal of orthopaedic trauma.* 2010 Jun 1;24(6):374-8. DOI: 10.1097/BOT.0b013e3181c4a655
- 128 Ryken T.C, Clausen J.D, Traynelis V.C, Goel V.K. Biomechanical analysis of bone mineral density, insertion technique, screw torque, and holding strength of anterior cervical plate screws. *J neurosurgery.* 1995;83(2):324-9. DOI: 10.3171/jns.1995.83.2.0324.
- 129 Müller M.E, Allgöwer M, Schneider R, Willenegger H. Screws and plates and their application. *Manual of INTERNAL FIXATION: Techniques Recommended by the AO-ASIF Group.* 1992:179-290.
- 130 Helgeson M.D, Kang D.G, Lehman Jr R.A, Dmitriev A.E, Luhmann S.J. Tapping insertional torque allows prediction for better pedicle screw fixation and optimal screw size selection. *Spine J.* 2013;13(8):957-65. DOI: 10.1016/j.spinee.2013.03.012.
- 131 Bertollo N, Walsh W.R. Drilling of bone: practicality, limitations and complications associated with surgical drill-bits. In book: *Biomechanics in applications.* 2011 Sep 9;4:53-83. DOI:10.5772/20931.

- 132 Sigua-Rodriguez E.A, de Medeiros R.C, Goulart D.R, Bomfim-Azevedo V.L, Olate S, de Albergaria-Barbosa J.R. Comparative evaluation of different fixation techniques of the sagittal split ramus osteotomy in 10 mm advancements: mechanical testing and screw insertion torque. *J Cra Max Surg.* 2018;46(12):2082-7.
- 133 Perna F, Borghi R, Pilla F, Stefanini N, Mazzotti A, Chehrassan M. Pedicle screw insertion techniques: an update and review of the literature. *Musculoskelet Surg.* 2016;100(3):165-9. DOI: 10.1007/s12306-016-0438-8.
- 134 Baluch D.A, Patel A.A, Lullo B, Havey R.M, Voronov L.I, Nguyen N.L, et al. Effect of physiological loads on cortical and traditional pedicle screw fixation. *Spine(Phila Pa 1976).* 2014;39(22):E1297-302. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000553.
- 135 Kim Y.J, Lenke L.G. Thoracic pedicle screw placement: free-hand technique. *Neurol India.* 2005;53(4):512-9. DOI: 10.4103/0028-3886.22622.
- 136 Mobbs R.J, Phan K, Assem Y, Pelletier M, Walsh W.R. Combination Ti/PEEK ALIF cage for anterior lumbar interbody fusion: early clinical and radiological results. *J Clin Neurosci.* 2016;34:94-9. DOI: 10.1016/j.jocn.2016.05.028.
- 137 Khan I.A, Singh A, Akhtar U. Role of Dynamization in Fracture Healing of Femur and Tibia After Intramedullary Interlocking Nail: A One Year Hospital Based Prospective Study. *Res J Med Sci.* 2024;18(12):317-22. DOI:10.36478/makrjms.2024.12.317.322.
- 138 Jindal S. A prospective study to evaluate the outcome of antibiotic cement impregnated intramedullary nailing in infected fractures of femur and tibia. *Int J Life Sci Biotech Pharma Res.* 2024. Available from: <http://www.ijlbr.com/uploadfiles/75vol13issue12pp397-401.20241213083816.pdf>.
- 139 Kumar DR, Nitheesh S, Rakesh MM, Krishnan GA, Subash Y. A comparative study of plating vs nailing-retrograde nailing for femur and antegrade nailing for tibia for floating knee. *International Journal of Orthopaedics.* 2023;9(3):182-7. DOI: 10.22271/ortho.2023.v9.i3c.3425
- 140 Sanchez-Fernandez H, Julbe J.I.A, Gonzalez J.A.R, Frontera S.E, Ramirez N, Martinez P.R. Atypical Tibial Fracture Following Chronic Bisphosphonate Use: A Case Report and Review of the Literature. *Cureus.* 2024;16(11):e73165. DOI: 10.7759/cureus.73165.
- 141 Kim J.Y, Lee S.W. Tibial Insufficiency Fracture with Characteristics of an Atypical Fracture: A Rare Case and Literature Review. *Medicina(Kaunas).* 2024;60(11):1814. DOI: 10.3390/medicina60111814.
- 142 Abdioğlu A.A, VARIŞ O, Aslan O, Paksoy K, Öner K, Uygun H. Evaluation of Treatment Outcomes in Orthopaedic Firearm Injuries: A Review of 52 Cases. *J General Med/Genel Tip Derg.* 2024;34(6). 10.54005/geneltip.1427229.
- 143 Wallace SJ, Rozbruch SR. Lengthening and correction of femur malunion followed by high tibial osteotomy. In: *Limb Lengthening and Reconstruction Surgery Case Atlas: Adult Deformity, Tumor, Upper Extremity.* Cham: Springer Nature Switzerland; 2025. p. 295-9. DOI: 10.1007/978-3-319-02767-8_491-1
- 144 Desrochers-Perrault F, Aubin CE, Wang X, Schwend R.M. Biomechanical analysis of iliac screw fixation in spinal deformity instrumentation. *Clin Biomech(Bristol).* 2014;29(6):614-21. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2014.04.016.
- 145 Cho W, Cho S.K, Wu C. The biomechanics of pedicle screw-based instrumentation. *J Bone Joint Surg Br.* 2010;92(8):1061-5. DOI: 10.1302/0301-620X.92B8.24237.
- 146 Lehman Jr R.A, Polly Jr D.W, Kuklo T.R, Cunningham B, Kirk K.L, Belmont Jr P.J. Straight-forward versus anatomic trajectory technique of thoracic pedicle screw fixation: a biomechanical analysis. *Spine.* 2003;28(18):2058-65. DOI: 10.1097/01.BRS.0000087743.57439.4F.

موارد مربوط به موقعیت تثبیت شکستگی گردن فمور با هدایت فلوروسکوپی در موقعیت دکوبیتوس جانبی در مورد با سابقه‌ی از هم‌گسیختگی زانو (گزارش موردی)

چکیده:

شکستگی گردن فمور یکی از ناتوان‌کننده‌ترین و رو به افزایش‌ترین آسیب‌ها در بیماران بالای ۵۰ سال است. شایع‌ترین وضعیت جراحی در جراحی پروگزیمال فمور، وضعیت خوابیده به پشت روی میز شکستگی یا رادیولوسنت است. در سال ۲۰۲۳، پیسوده و همکارانش وضعیت جراحی جدیدی را معرفی کردند که بیمار را در موقعیت دکوبیتوس جانبی قرار می‌داد. این مطالعه این وضعیت را در بیماری با سابقه‌ی از هم‌گسیختگی توصیف می‌کند. مردی ۴۰ ساله با شکستگی پاولز نوع I (گاردن نوع II) راست با از هم‌گسیختگی زانوی قبلی ناشی از ترومای گسترده‌ی تیبیا، تحت جاندازی بسته و تثبیت داخلی قرار گرفت. بیمار در موقعیت دکوبیتوس جانبی چپ قرار داده شد. مفصل زانو و ران به‌طور ایمن تا ۴۵ درجه روی پایه مایو خم شدند. سپس، اندام آسیب‌دیده بیمار با دقت بلند شد و یک بالش یا پد زیر آن قرار داده شد. پس از قرار دادن در موقعیت مناسب، موقعیت توسط دو تکیه‌گاه جانبی در پشت و تنه از پشت و جلو پشتیبانی می‌شد. بهبود دسترسی و تنظیم C-arm که منجر به کاهش خطر آلوده شدن ناحیه استریل، نمای جانبی دقیق‌تر از پروگزیمال فمور، کاهش خطر از دست دادن جاندازی، بهینه‌سازی گردش کار و مناسب‌تر بودن در بیماران پیچیده می‌شود، از مزایای مشاهده شده در این مورد است. از سوی دیگر، افزایش زمان کل جراحی، شواهد محدود موجود و تنظیمات سخت‌تر فلوروسکوپی از چالش‌های این مورد بودند. در این بیمار با سابقه جدا شدن مفصل، موقعیت خوابیده به پهلو برای شکستگی گردن فمور، نتایج امیدوارکننده‌ای را در حین و بعد از عمل نشان داد.

واژگان کلیدی: شکستگی گردن استخوان ران، وضعیت بیمار، جداسدگی، زانو

پذیرش مقاله: ۳۶ روز قبل از چاپ

دکتر حسن براتی، دکتر مجتبی باروتکوب، دکتر امیر برزنونی، دکتر علی کیپورفرد، دکتر علی قضاة فر

مقدمه

شکستگی گردن فمور یکی از ناتوان‌کننده‌ترین آسیب‌هایی است که در افراد مسن رخ می‌دهد. این شکستگی حدود ۴۵ درصد از شکستگی‌های پروگزیمال فمور را تشکیل می‌دهد. با توجه به پیری جوامع مختلف، شیوع آن نیز در حال افزایش است^(۱). بر اساس سن بیمار، بیماری‌های زمینه‌ای، چگالی استخوان بیمار و سطح فعالیت روزانه، تصمیم‌گیری در مورد مدیریت جراحی بیماران مسن از ریداکشن باز یا بسته و فیکساسیون داخلی تا آرتروپلاستی و همی‌آرتروپلاستی متغیر است، اما در برخی بیماران جوان زیر ۵۰ سال، فیکساسیون داخلی بهترین انتخاب است. اهداف اصلی جراحی در بیماران جوان شامل جلوگیری از عدم جوش خوردن و استئونکروز و همچنین حفظ سر فمور است^(۲،۳).

رایج‌ترین پوزیشن جراحی در جراحی‌های پروگزیمال فمور، موقعیت خوابیده به پشت روی تخت شکستگی fracture table یا رادیولوسنت است. سایر موقعیت‌ها شامل خوابیده به پهلو و خوابیده به شکم روی میز رادیولوسنت هستند^(۴،۵). در سال ۲۰۲۳، یک پوزیشن جراحی جدید توسط پیسوده و همکاران در دو بیمار جوان با شکستگی‌های زیرترکانتی معرفی شد که در آن بیمار روی میز رادیولوسنت در موقعیت خوابیده به پهلو با پشتیبانی جلو و عقب قرار گرفتند، پای سالم بیمار در زاویه ۴۵ درجه قرار گرفت و یک بالش بزرگ زیر پای شکسته قرار داده شد. C-arm نیز در سمت مقابل جراح و عمود بر طول میز قرار گرفت^(۶).

این مطالعه روش جراحی، جزئیات قرارگیری، مزایا و چالش‌های بالقوه، دقت تصویربرداری جانبی و نتایج پس از عمل یک مرد ۴۰ ساله با شکستگی گردن فمور را توصیف می‌کند که از پوزیشن پیشنهادی پیسوده و همکاران در یک بیمار منحصر به فرد با دزآرتیکولاسیون قبلی زانو استفاده کرده است.

گروه جراحی ارتوپدی و تروما، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

نویسنده مسئول:
دکتر حسن براتی

Email address:
dr.barati363@gmail.com

گزارش مورد

ارزیابی‌های پیش از عمل

مردی ۴۰ ساله پس از سقوط از ارتفاعی کوتاه به بیمارستان با درد شدید در قسمت جانبی لگن شکایت داشت؛ که پس از، رادیوگرافی وسی‌تی‌اسکن شکستگی بدون جابجایی گردن فمور تأیید گردید (شکل ۱ و ۲) که هیچ‌گونه نشانه‌ای از آسیب‌دیدگی مفصل ران همراه با نکروز آواسکولار مشاهده نشد. دلیل درد شدید بیمار و سفتی عضلانی، بررسی کامل مفصل ران امکان‌پذیر نبود، اما کاهش دامنه حرکتی در تمامی جهات مشهود بود. دو سال قبل از این بستری، بیمار به علت تروما گسترده تیپیا تحت دیس‌آرتیکولاسیون زانو قرار گرفته و با اندام پروتزی ترانس‌تیپال راه می‌رفت؛ از این رو، ارزیابی عروقی اندام

آسیب‌دیده امکان‌پذیر نبود. بیمار اظهار داشت که قبل از تروما، حرکات مفصل ران در دامنه حرکتی کامل و وزن‌برداری کامل بر روی اندام آسیب‌دیده بوده است.

بیمار ۲۴ ساعت قبل از عمل بستری شد. پس از بیهوشی عمومی، پوزیشن بیمار از خوابیده به پشت به خوابیده به پهلوئی چپ تغییر کرد (شکل ۳). یک میز مایو زیر اندام پایینی چپ بیمار (اندام س) قرار داده شد و سپس زانو و مفصل ران به‌طور ایمن تا ۴۵ درجه بر روی میز خم شدند. سپس، پای راست بیمار (اندام آسیب‌دیده) با احتیاط بلند شد و یک بالش و پد زیر آن قرار داده شد تا اطمینان حاصل شود که در سطح تنه قرار دارد و از آسیب‌های فشاری جلوگیری شده و انقباض عضلانی به حداقل برسد. پس از قرارگیری پاهای بیمار، پوزیشن خوابیده به پهلوئی او با دو پشتیبان جانبی در ناحیه پشت و تنه از طرفین پشتیبانی شد.



شکل ۲: کات کروئال سی تی اسکن قبل از عمل بیمار با شکستگی بدون جابه‌جایی مفصل هیپ

شکل ۱: عکس رادیوگرافی نمای رخ مفصل هیپ راست قبل از عمل که نشان‌دهنده شکستگی بدون جابه‌جایی هیپ است



شکل ۳: نحوه پوزیشن بیمار قبل از آماده‌سازی حین عمل جراحی

مقدار خونریزی در حین عمل حدود ۵۰ سی‌سی گزارش شد. کل زمان جراحی از لحظه آماده‌سازی بیمار تا لحظه برش جراحی ۱۰ دقیقه و از لحظه برش جراحی تا پانسمان محل جراحی ۸۰ دقیقه بود.

جزئیات پس از عمل

پس از عمل، به بیمار توصیه شد که پروتکل عدم وزن‌برداری را برای ۲ ماه مشابه بیمارانی که دچار شکستگی گردن فمور بدون آمپوتاسیون هستند، رعایت کند^(۳).

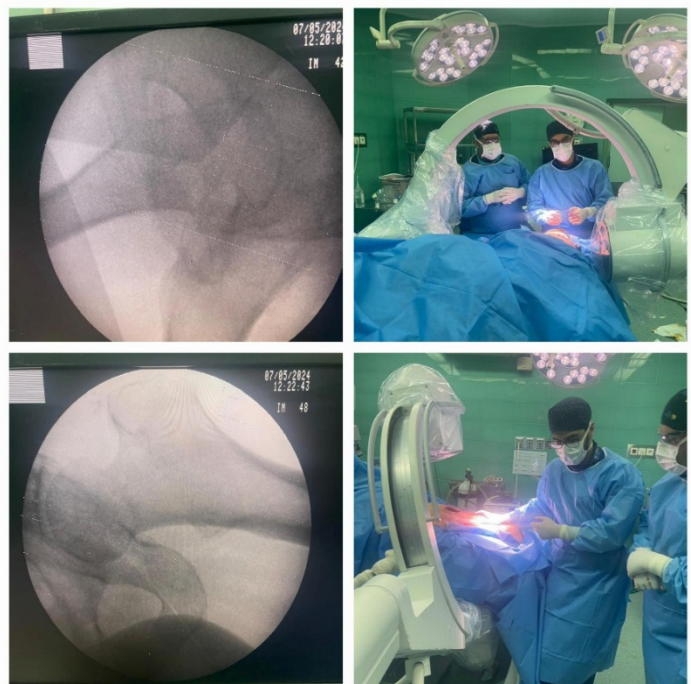
به دلیل دزآرتیکولاسیون زانو راست، همچنین به بیمار توصیه شد که پروتز پای مصنوعی خود را بیوشد تا نیروی گرانشی بر روی مفصل ران کاهش یابد و در حین ایستادن کمتر به سمت پای مخالف خم شود. بیمار توصیه شد که به مدت ۲ ماه بعد از عمل بر روی اندام جراحی شده وزن نگذارد و پس از آن، از پروتز و واکر در کنار تحمل وزن جزئی به مدت ۱ ماه استفاده کند. بیمار سه ماه پس از جراحی تحت رادیوگرافی پیگیری قرار گرفت و شواهدی از جوش خوردن استخوان مشاهده شد (شکل ۵). بیمار عارضه قابل توجهی را گزارش نکرد و بهبودی عملکردی او رضایت‌بخش ارزیابی شد. قبل از عمل، بیمار نمره VAS معادل ۹ گزارش کرد و این نمره پس از ۳ ماه از عمل به ۱ کاهش یافت. همچنین، امتیاز مفصل ران هارریس معادل ۸۳ گزارش شد.

از آنجایی که شکستگی جابجا نبود، هیچ اقدام خاصی برای جاناندازی صورت نگرفت. قبل از پرپ و درپ، کیفیت جاناندازی با فلوروسکوپ تأیید شد. پس از تأیید پوزیشن بیمار، پای راست او از برجستگی ایلپاک تا انتهای پای پروتزی آماده‌سازی و پوشانده شد و جهت برش علامت‌گذاری شد. یک برش ۵ سانتی‌متری زیر برجستگی توبوزیته بزرگ فمور ایجاد شد. ابتدا یک پین (k-wire) به‌عنوان پین راهنما از همان ناحیه زیر برجستگی فمور در سمت تنشن یا گردن فمور تحتانی قرار داده شد. دو پین راهنمای دوم و سوم به‌طور موازی با پین اول در ناحیه مرکزی و نیمه‌بالای گردن فمور قرار گرفتند. سپس، سوراخ‌کاری بر روی میخ‌های راهنما با مته کانوله‌دار انجام شد. تثبیت با استفاده از ۳ عدد پیچ کانوله تیتانیوم با قطر ۶.۵ میلی‌متر (اندازه‌های ۱۰۰ میلی‌متر، ۱۰۰ میلی‌متر و ۱۰۵ میلی‌متر) و دو واشر انجام شد. تمام این مراحل تحت هدایت C-arm انجام شد.

برای به‌دست‌آوردن یک تصویر AP از مفصل ران راست بیمار، C-arm از پشت بیمار وارد شد و بازوی دستگاه به‌صورت "C" تنظیم شد. این دستگاه در موقعیت استاندارد در صفر درجه (بدون موقعیت‌یابی اضافی) برای به‌دست‌آوردن رادیوگرافی جانبی استفاده شد. در این موقعیت، زیرا پای مخالف خم شده، در مقابل مفصل ران آسیب‌دیده قرار ندارد و تصویربرداری تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد (شکل ۴).



شکل ۵: تصویر رادیولوژی ۳ ماه بعد از عمل بیمار که فیکس کردن شکستگی با ۳ عدد پیچ و شواهد جوش خوردگی نسبی را نشان می‌دهد



شکل ۴: تصاویر فلوروسکوپی حین عمل جراحی در موقعیت های رخ و نیم رخ و نحوه فلوروسکوپی

بحث

تکمیل شده، احتمالاً با افراد دارای عملکرد سالم اندام پایینی زیر شکستگی متفاوت است.

نتیجه‌گیری

این پوزیشن جدید در بیماران با سابقه قطع اندام از زانو و وضعیت خوابیده به پهلو برای شکستگی گردن فمور نتایج امیدوارکننده‌ای در حین و پس از عمل نشان داد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان مراتب تقدیر و تشکر خود را از واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان امام خمینی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران جهت پشتیبانی و همکاری در طول دوره مطالعه اعلام می‌دارند.

منابع

- Bäcker H.C, Wu C.H, Maniglio M, Wittekindt S, Hardt S, Perka C. Epidemiology of proximal femoral fractures. J Clin Orthop Trauma. 2021;12(1):161-165. DOI: 10.1016/j.jcot.2020.07.001.
- Ly T.V, Swionkowski M.F. Management of femoral neck fractures in young adults. Indian J Orthop. 2008;42(1):3-12. DOI: 10.4103/0019-5413.38574.
- Wu X.B, Wang JQ, Sun X, Han W, Guidance for the Treatment of Femoral Neck Fracture with Precise Minimally Invasive Internal Fixation Based on the Orthopaedic Surgery Robot Positioning System. Orthop Surg. 2019;11(3):335-340. DOI: 10.1111/os.12451.
- Zhao Z, Song F, Zhu J, He D, Deng J, Ji X, et al. Prone positioning for intramedullary nailing of subtrochanteric fractures, the techniques of intraoperative fluoroscopy and reduction: A technique note. Injury. 2017;48(10):2354-2359. DOI: 10.1016/j.injury.2017.08.025.
- Pahlavanhosseini H, Valizadeh S, Saeed Banadaky S.H, Akhavan Karbasi M.H, Abrisham S.M.J, Fallahzadeh H. Management of Hip Fractures in Lateral Position without a Fracture Table. Arch Bone Jt Surg. 2014;2(3):168-73.
- Pisoudeh K, Elahifar O, Alimoghadam S, Eslami A. Trans-Table Intraoperative Fluoroscopic Technique for Obtaining a True Lateral View of the Proximal Femur in the Lateral Decubitus Position. Arch Bone Jt Surg. 2023;11(8):531-534. DOI: 10.22038/ABJS.2023.73085.3386.
- Yan, S.G, Cui Y, Li D, Liu F, Hua X, Schmidutz F. Femoral Neck System versus Three Cannulated Screws for Fixation of Femoral Neck Fractures in Younger Patients: A Retrospective Cohort Study. J Invest Surg. 2023;36(1):2266752. DOI: 10.1080/08941939.2023.2266752.
- Lee, H.H, Kang K.Y, Sung S.Y, Lee S.B, Kim S.H, Jung S.I, et al. Femoral Neck Fractures Treated by Closed Reduction and Internal Fixation with the Double Fluoroscope Technique: A Preliminary Study. J Clin Med. 2024;13(5):1418. DOI: 10.3390/jcm13051418.

این گزارش مورد به مدیریت جراحی منحصر به فرد یک بیمار جوان با شکستگی غیر جابجا شده گردن فمور و سابقه دیس‌آرتیکولاسیون زانو می‌پردازد. پیوزیشن جدید که در این بیمار استفاده شد، به جراح اجازه می‌دهد تا به ناحیه آسیب‌دیده دسترسی آسان‌تری داشته باشد. در حالی که شکستگی‌های گردن فمور بیشتر در بزرگسالان مسن شایع است، درمان آن‌ها در افراد جوان و فعال (به ویژه همراه با دیس‌آرتیکولاسیون زانو) نیاز به برنامه‌ریزی دقیق دارد. تکنیک قرارگیری خوابیده به پهلو که اخیراً توسط Pisoudeh و همکاران توصیف شده، مزایای داخل‌عملی بیشتری نسبت به روش‌های سنتی روی fracture table دارد^(۶).

مدت زمان کل جراحی در این مورد ۹۰ دقیقه بود. این زمان بیشتر از زمان‌های جراحی توصیف شده توسط Shuang G. Yan و همکاران است^(۷). با این حال، زمان آماده‌سازی بیمار در این مورد نسبت به گروه‌های C-arm تک و دوگانه در مطالعه Hee Lee و همکاران کوتاه‌تر بود^(۸). مهم است که توجه داشته باشیم این گزارش به یک مورد خاص اشاره دارد و مدت زمان جراحی ممکن است بسته به پیچیدگی شکستگی و تجربه جراح متفاوت باشد^(۶).

این پوزیشن می‌تواند در بیمارانی با اندام قطع شده زیر زانو یا فلکشن کانتراکچر مفصل ران/زانو استفاده شود. یکی از مزایای اصلی این پوزیشن، کاهش خطر آلودگی میدان جراحی در حین تصویربرداری با C-arm است. در جراحی‌هایی که از میز شکستگی استفاده می‌شود، تنظیم C-arm برای تصویربرداری بهینه داخل‌عملی چالش‌برانگیز است و خطر آلودگی میدان جراحی و خود جراح را افزایش می‌دهد. در حالی که در پوزیشن جدید ارائه شده، تنظیم بدون مانع C-arm، خطر آلودگی محیط استریل را به حداقل می‌رساند. علاوه بر این، در این بیمار، بدون تغییر پوزیشن اندام آسیب‌دیده در حین عمل و تنها با تغییر زاویه C-arm، نمای جانبی از پروگزیمال فمور به‌دست می‌آید که در مقایسه با پوزیشن‌هایی که نیاز به fracture table دارند، منجر به نمای جانبی مطلوب‌تری می‌شود. این همچنین خطر از دست رفتن جاناندازی، به‌ویژه در شکستگی‌های جابجا شده و خطر آلودگی محل جراحی را کاهش می‌دهد. از سوی دیگر، این تکنیک جریان کار جراحی را بهینه می‌کند. C-arm در خارج از میدان استریل باقی می‌ماند و حرکات و موقعیت جراح را مختل نمی‌کند.

با وجود نمای جانبی بهتر، تصویربرداری با فلوروسکوپی ممکن است برای برخی جراحان دشوارتر باشد. این نتایج نمی‌توانند به‌طور کلی تعمیم داده شوند، با وجود نتایج جراحی عالی، راحتی جراح و دید بهتر نسبت به سایر پوزیشن‌ها. مطالعات تا کنون که از این روش قرارگیری جدید بیمار استفاده کرده‌اند، محدود به گزارش‌های موردی هستند. از سوی دیگر، به دلیل قطع عضو قبلی پای جراحی شده، نتایج PROMs که توسط بیمار

تکنیک سیمان گذاری در تعویض کامل مفصل زانو (مقاله مروری)

چکیده:

تعویض کامل مفصل زانو (Total Knee Arthroplasty or TKA) نوعی جراحی برای درمان بیماران مبتلا به استئوآرتریت پیشرفته زانو می‌باشد. در حال حاضر حدود ۹۵/۳٪ آرتروپلاستی‌های زانو با سیمان گذاری انجام می‌شوند. از زمان معرفی سیمان، Polymethylmethacrylate (PMMA) نقش اصلی را به عنوان ماده نگاه‌دارنده در آرتروپلاستی ایفا کرده است. cementless fixation می‌تواند نرخ بقای بهتری را در گروهی از بیماران ایجاد کند اما اعتقاد بر این است که cemented TKA دارای عوارض عفونی کمتری است. بنابراین با روند رو به افزایش TKA، برای جلوگیری از افزایش شکست در TKA اولیه و جلوگیری از تحمیل هزینه، بهبود روش‌های انجام TKA و به ویژه بهبود تکنیک سیمان گذاری در TKA ضروری می‌باشد. این مطالعه مروری روایی (narrative review) با جست‌وجو کردن پایگاه داده الکترونیکی MEDLINE برای مقالات منتشر شده در رابطه با TKA cementing در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ با هدف بررسی مناسب‌ترین تکنیک‌های سیمان گذاری در تعویض مفصل زانو انجام شد. مقالات اخیر عوامل متعددی که بر نتایج گذاشتن سیمان در TKA اثر گذارند از جمله میزان نفوذ سیمان، تکنیک سیمان گذاری و ویسکوزیته سیمان (نوع سیمان) را شناسایی کرده‌اند. آماده‌سازی سطوح استخوانی قبل از هر روش سیمان گذاری برای اطمینان از نفوذ کافی سیمان در استخوان ضروری است. برای این منظور باید دبری‌های استخوانی و خون و چربی را از سطوح پاک کرد. سطوح استخوانی باید قبل از سیمان گذاری به‌طور کامل خشک شوند. برای اطمینان از نفوذ کافی سیمان به استخوان، باید سطوح اسکروتیک تحت دریلینگ قرار بگیرند. دریلینگ استخوان اسکروتیک علاوه بر افزایش نفوذ سیمان باعث بهبود Pull-out Strength نیز می‌شود. روش سیمان گذاری با شل شدن پروتز مفصل زانو مرتبط است و می‌تواند منجر به شکست زود هنگام یا دیررس عمل تعویض مفصل و در ادامه نیاز به تعویض مفصل مجدد شود. فلذا بهره‌گیری از یک روش دقیق سیمان گذاری در زمان قرار دادن پروتز مفصلی، برای جلوگیری از شل شدن آسپتیک و در نتیجه شکست زود هنگام TKA اساسی است.

واژگان کلیدی: آرتروپلاستی کامل زانو، سیمان استخوانی، آرتروز

پذیرش مقاله: ۴۰ روز قبل از چاپ

دکتر سینا امینی زاده،^۱ دکتر مهدی بیاتی،^۲ مهدی صاحبی،^۳ دکتر محمد آیتی فیروز آبادی،^۴ دکتر محمدرضا رزاق اف،^۵

دکتر سید محمد جواد مرتضوی

مقدمه

جراحی تعویض کامل مفصل زانو (Total Knee Arthroplasty or TKA) نوعی جراحی اثربخش برای درمان بیماران مبتلا به استئوآرتریت پیشرفته زانو می‌باشد، اما در بعضی از بیماران این جراحی به دلیل برخی عوامل زمینه‌ای با شکست زودرس مواجه می‌شود^(۱). در حال حاضر حدود ۹۵/۳٪ آرتروپلاستی‌های زانو با تکنیک Cemented انجام می‌شوند^(۲،۳). از زمان معرفی سیمان در سال ۱۹۵۰ میلادی، Polymethylmethacrylate (PMMA) نقش اصلی را به عنوان ماده سیمان در آرتروپلاستی ایفا کرده است^(۴). برخی از مقالات نشان می‌دهند که cementless fixation می‌تواند نرخ بقای بهتری را در بیماران جوان‌تر یا چاق ایجاد کند، در حالی که اعتقاد بر این است که cemented TKA دارای عوارض عفونی کمتری است. با این حال، تحقیقاتی که تفاوت آماری معنی داری را در میزان بقا در یک پیگیری ۱۰ ساله بین ۲ روش TKA، صرف نظر از سن یا BMI نشان دهد، در حال حاضر وجود ندارد^(۵). با بهبود تکنولوژی در تولید پلی اتیلن و ایمپلنت‌ها و همچنین بهبود روش‌های جراحی TKA، در حال حاضر شل شدن غیر عفونی (Aseptic loosening) بعنوان یکی از شایعترین علل شکست TKA و نیاز به Revision شناخته می‌شود تا حدی که در مطالعات جدید میزان شیوع آن را در خانم‌ها و آقایان زیر ۵۰ سال به ترتیب ۵/۹٪ و ۶/۴٪ گزارش کرده‌اند^(۶). تقریباً ۱۱٪ از رویش‌هایی که در سال اول بعد از TKA اولیه انجام می‌شوند ناشی از شل شدن غیر عفونی جزء تبیبا در سطح مشترک سیمان و کامپوننت می‌باشند. در یک مطالعه مهمترین عوامل مسئول شل شدن زودرس پروتز در سطح مشترک کامپوننت و سیمان در کامپوننت تبیبا، عوامل مربوط به سیمان بودند و این عوامل شامل ویسکوزیته سیمان، روش کارگذاری سیمان و ضخامت سیمان بودند^(۱).

۱. مرکز تحقیقات تعویض مفاصل، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۲. بخش جراحی ارتوپدی، مجتمع بیمارستانی امام خمینی (ره)، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۳. مرکز پژوهش‌های علمی دانشجویان، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

نویسنده مسئول:

دکتر سید محمد جواد مرتضوی

Email address:

smjmort@yahoo.com

نفوذ سیمان به داخل استخوان اسفنجی به میزان ۱/۵ میلی متر یا کمتر معمولاً منجر به رادیولوسنسی بالاتر و استحکام کششی کمتری که با میکروموشن زود هنگام ایمپلنت همراه است می شود^(۱۳). از سایر نکات موثر بر نفوذ سیمان می توان به موارد ذیل اشاره کرد:

- در مواردیکه سطح تیبیا دارای استخوان اسکروتیک می باشد و ممکن است که نفوذ سیمان به داخل تراپکولهای استخوان مختل شود، دریلینگ استخوان اسکروتیک میتواند نفوذ سیمان را بهبود ببخشد^(۱۴).
- استفاده از پالس لاواژ نسبت به شستشوی معمولی شانس نفوذ سیمان را بیشتر می کند زیرا پالس لاواژ دبریدمان موثرتری را ایجاد می کند^(۱۳،۱۵).
- با استفاده از ساکشن و اسفنج های لاپاراتومی میتوان استخوان را به اندازه کافی خشک کرد^(۱۶).
- فشار منفی ایجاد شده ناشی از سوراخ های پین های جیگ تیبیا، شانس نفوذ سیمان به استخوان را افزایش می دهد^(۱۰،۱۶،۱۷).
- استفاده از کاردک و یا پک کردن با انگشت میتواند باعث نفوذ کافی سیمان شود^(۱۲،۱۸).
- در رابطه با استفاده از Cement Gun باید توجه داشت که در مطالعه ای اشاره شده که باعث نفوذ بیش از حد سیمان به استخوان شده است^(۱۲) و در مطالعه دیگری بیان شده استفاده از Cement Gun باعث ایجاد بیشترین ثبات و کمترین Micromovement شده است^(۱۹).
- علاوه بر موارد بالا، طولانی شدن زمان پخت سیمان باعث افزایش جریان سیمان می شود و نفوذ سیمان را تسهیل می کند و با استفاده از High-Viscosity PMMA در مقایسه با Medium-Viscosity PMMA، میزان نفوذ کاهش می یابد^(۲۰). از طرفی نگهداری سیمان در دمای پایین و رطوبت بالا در زمان مخلوط کردن سیمان، زمان پخت سیمان را طولانی می کند^(۲۱).
- مخلوط کردن سیمان در خلا، زمان پخت را به میزان ۲ دقیقه کاهش می دهد^(۲۲) و زمان بکاربردن سیمان بعد از مخلوط شدن، با میزان نفوذ سیمان نسبت معکوس دارد^(۲۰).
- اگرچه ماکزیمم دمای پخت سیمان در حین تعویض مفصل ران، ۴۸ درجه سانتی گراد بوده است، باید توجه داشت که دمای مفصل زانو با استفاده از تورنیکه و بدون اثر خنک کننده خون، ممکن است بالاتر برود. همچنین کلاژن با قرارگرفتن طولانی مدت در دمای بیشتر از ۵۶ درجه سانتی گراد دناتوره می-شود^(۲۳).
- لایه سیمان ضخیم، دمای محیطی بالا و افزایش نسبت مونومر به پلیمر، باعث افزایش دمای سیمان در حین فاز پخت سیمان می شوند^(۲۴).

شل شدن غیرعفونی هم میتواند منجر به شکست زودرس و هم تاخیری TKA شود و در کامپوننت تیبیا شایعتر از کامپوننت فمورال است و با تکنیک سیمان گذاری نامناسب ارتباط دارد^(۲۵). بنابراین با روند رو به افزایش TKA، برای جلوگیری از افزایش شکست در TKA اولیه و جلوگیری از تحمیل هزینه های مربوط به تعویض مجدد مفصل، بهبود روش های انجام TKA و به ویژه بهبود تکنیک سیمان گذاری در TKA که میتواند منجر به افزایش ماندگاری عمل اولیه شود ضروری می باشد^(۲). به طور کلی فاکتورهایی که در سیمان گزاری موثر می باشند شامل : تکنیک سیمان گذاری و فاکتورهای مربوط به خود سیمان می باشند. تا به امروز، هیچ توافقی در مورد اینکه کدام بیماران باید TKA سیمانی یا بدون سیمان را دریافت کنند، وجود ندارد^(۲). در ادامه عوامل گوناگونی که در گذاشتن سیمان موثر هستند را بررسی می کنیم.

مواد و روش ها

این مطالعه مروری روایی (narrative review) با جست و جو کردن پایگاه داده الکترونیکی MEDLINE برای مقالات منتشر شده در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ انجام شد. معیارهای ورود به مقالات انگلیسی که درباره تعویض مفصل زانو در بیماران بزرگسال بودند محدود شد و تمامی مقالات به صورت اولیه بر اساس عنوان و چکیده مقاله غربالگری شدند. نهایتاً مقالاتی که موضوع آن ها مرتبط با تکنیک های سیمان گذاری در تعویض کامل مفصل زانو بود، انتخاب شدند. همچنین از منابع مقالات استخراج شده نیز به عنوان منبع در نوشتن این مقاله استفاده شده است.

نتایج

مقالات اخیر عوامل متعددی را که بر نتایج گذاشتن سیمان در TKA اثر گذارند شناسایی کرده اند و در ادامه به بررسی اهم این عوامل می پردازیم:

میزان نفوذ سیمان

مطالعات نشان داده اند که نفوذ سیمان در استخوان نقشی کلیدی در استحکام پروتز ایفا می کند. فاکتورهایی که باعث بهبود نفوذ سیمان میشوند شامل: بستر استخوانی خشک و متخلخل، Venting متافیز تیبیا، استفاده از سیمان با ویسکوزیته پایین یا متوسط، Hand Packing، زمان بکارگیری ۳ تا ۴ دقیقه ای سیمان، دمای پایین اتاق و نگهداری سیمان در دمای پایین هستند^(۲). با توجه به کیفیت استخوان و میزان تخلخل استخوان اسفنجی، سیمان میتواند به درجات مختلفی از سطح برش استخوانی نفوذ کند و یک اتصال در سطح سیمان و استخوان ایجاد کند^(۷،۸). میزان نفوذ سیمان به داخل استخوان اسفنجی نشان دهنده میزان ثبات ایمپلنت در تعویض مفصل با سیمان گذاری می باشد^(۹). برای نفوذ سیمان به حداقل یک سطح از تراپکول های استخوانی، ۲ میلی متر ضخامت سیمان لازم است و ضخامت ۳-۴ میلی متر سیمان مطلوب ترین حالت می باشد^(۱۰-۱۲).

تکنیک های سیمان گذاری

در رابطه با کارگذاری سیمان در TKA، دو تکنیک وجود دارد^(۴):

۱. Fully cementing که تمام سطح پلاتو تیبیا و کانال تیبیا

سیمان گذاری می شوند

۲. Surface Cementing فقط سطح پلاتو تیبیا سیمان گذاری می

شود.

در رابطه با تکنیک ارجح همچنان مناقشاتی وجود دارد^(۴). مطالعات قبلی نشان دادند که تکنیک Full Cementing، فیکساسیون بهتر، Micromovement کمتر و پایداری طولانی مدت بیشتری ایجاد می کند^(۲۵). اما مطالعات دیگری نشان دادند که تکنیک Surface Cementing، باعث پایداری کافی پروتز می شود و همچنین با ایجاد بارگذاری بیشتر در سطح پلاتو تیبیا، باعث حفظ تراکم استخوان و ساختار استخوانی زیرین می شود^(۲۶). از طرفی مخالفان تکنیک Surface Cementing معتقدند که این روش فیکسیشن کافی را ایجاد نمی کند^(۴). در مطالعه ای که به صورت آزمایشگاهی انجام شد نشان داده شد که در Full Cementing در مقایسه با Surface Cementing به استخوان اسفنجی در زیر کامپوننت تیبیا استرس کمتری وارد میشود و تایید شد که تکنیک Full Cementing باعث جذب بیشتر استخوان در پروگزیمال تیبیا می شود^(۴).

ویسکوزیته سیمان

سیمان بر اساس ویسکوزیته به ۳ گروه تقسیم می شود^(۲۷،۲۸):

- High Viscosity Cement (HVC): این سیمان فاز خمیری (Doughing phase) کوتاه مدت و فاز کارگذاری (Working phase) طولانی مدت دارد.
- Medium Viscosity Cement (MVC): این سیمان هم فاز خمیری و هم فاز کارگذاری طولانی مدت دارد.
- Low Viscosity Cement (LVC): این سیمان فاز خمیری بلند مدت و فاز کارگذاری کوتاه مدت دارد.

مثال سیمان HVC سیمان Palacos است که حاوی آنتی بیوتیک جنتامایسین می باشد^(۲۹) و مربوط به شرکت Zimmer است و مثال سیمان MVC سیمان Simplex است که حاوی آنتی بیوتیک توبرامایسین می باشد^(۱۳) و مربوط به شرکت Stryker می باشد. به طور کلی سیمان های استخوانی به حرارت حساس هستند و هرگونه افزایش یا کاهش دما (اعم از محیط، اجزای سیمان و یا تجهیزات اختلاط) از دمای توصیه شده، ۷۳ درجه فارنهایت (۲۳ درجه سانتی گراد)، بر ویژگی های سیمان و مدت زمان کارگذاری سیمان تاثیر می گذارد. توصیه می شود محصول باز نشده قبل از استفاده حداقل به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۳ درجه فارنهایت نگهداری شود. جابجایی دستی سیمان و انتقال دمای بدن به آن باعث کوتاه شدن زمان کارگذاری سیمان می شوند.

سیمان Simplex^(۱۳،۳۰): نحوه مخلوط کردن مایع با پودر: باید ابتدا تمام پودر در یک ظرف خالی شود و سپس مایع به آن اضافه گردد(نباید پودر

به مایع اضافه شود). در رابطه با این سیمان، زمانی که قرار است سیمان به صورت دستی در محل کارگذاری شود باید مخلوط کردن مایع و پودر تا زمانی ادامه یابد که یک فرم خمیری ایجاد شود که به دستکش جراحی نچسبد. این فرایند مخلوط کردن حداقل ۴ دقیقه طول می کشد. برای استفاده از Cement Gun فرایند مخلوط کردن ۱ تا ۲/۵ دقیقه انجام می شود. سپس سیمان به دستگاه تزریق وارد شده و استفاده می شود. سیمان Palacos^(۲۹): نحوه مخلوط کردن مایع با پودر: ابتدا مایع در ظرف ریخته شود و سپس پودر به آن اضافه شود و با کاردک مخلوط شود تا شکل خمیری بخود بگیرد که معمولاً حدود ۳۰ ثانیه طول می کشد. مهم است که در حین مخلوط کردن از گیرافتادن هوا در سیمان جلوگیری شود. بعد از مخلوط کردن، سیمان باید ۱ تا ۲ دقیقه استراحت کند تا به ویسکوزیته مناسب برسد و پایان مرحله استراحت سیمان زمانی است که سیمان به دستکش جراحی نچسبد و در این زمان میتوان برای کارگذاری سیمان از سرنگ و یا سایر روشهای کارگذاری سیمان استفاده کرد. زمانی که سیمان حالت لاستیکی پیدا کرده باشد، زمان کارگذاری سیمان به پایان رسیده است و نباید سیمان کارگذاری شود.

سیمان شرکت Depuy: نحوه مخلوط کردن مایع با پودر: ابتدا پودر در ظرف ریخته میشود و سپس مایع به آن اضافه میشود و مخلوط کردن تا زمانی ادامه یابد که سیمان حالت خمیری به خود بگیرد و به دستکش جراحی نچسبد. فرایند مخلوط کردن ۲ دقیقه می باشد و Working Time حدود ۶ دقیقه است. مهم است که در حین مخلوط کردن از گیرافتادن هوا در سیمان جلوگیری شود

در زمان استفاده از Cement Gun، ارزیابی زمان تزریق باید به صورت بصری توسط جراح انجام شود و بدین گونه است که باید مقدار کمی سیمان از سرنگ خارج شود و اطمینان حاصل شود که سطح سیمان کدر شده است و جریان بیش از حد سیمان تحت نیروی گرانش زمین اتفاق نمی افتد. توصیه می شود که قبل از تزریق سیمان یک محدودکننده سیمان در حفره استخوانی آماده شده در عمق مناسب قرار داده شود تاکید شده است که بعد از پرشدن کانال، فشار کافی اعمال شود و قرار دادن کامپوننت باید زمانی انجام شود که سیمان دارای ویسکوزیته کافی برای مقاومت در برابر جابجایی بیش از حد کامپوننت شده باشد توجه: افزودنی هایی مانند آنتی بیوتیک ها نباید با این سیمان مخلوط شوند زیرا باعث تغییر خواص سیمان میشوند.

براساس Consensus study Expert که در سال ۲۰۲۳ منتشر شده است، تکنیک زیر به عنوان کاملترین تکنیک سیمان گذاری در TKA ارائه شده است^(۲):

توجه: آماده سازی سطوح استخوانی قبل از هر روش سیمان گذاری برای اطمینان از نفوذ کافی سیمان در استخوان ضروری است و نشان داده شده است که نقش مهمی در کاهش میکروموشن کامپوننت دارد.

- برای این منظور با استفاده از پالس لاولژ باید دبری های استخوانی و خون و چربی را از سطوح پاک کرد. مشخص شده است که شستشو با پالس لاولژ نسبت به سایر روش های شستشو، باعث

Cement Gun در مقایسه با سایر روش‌ها، هم نفوذ و هم پوشش سیمانی را بهبود می‌بخشد

- در مرحله فشرده سازی سیمان (Pressurization stage) هر دو کامپوننت فمورال و تیبیال باید توسط ایمپکتور Pressurized شوند
 - در طی فاز پخت سیمان، زانو باید در یک پوزیشن ثابت نگه داشته شود
 - نگهداشتن زانو در یک پوزیشن ثابت بعد از کارگزاری کامپوننتها در طی فاز پخت سیمان، یک اقدام منطقی با هدف به حداقل رساندن میکروموشن بین سطوح میباشد
 - مشخص شده است که حرکت زانو در طی مرحله پلیمریزه شدن سیمان، باعث کاهش قابل توجهی در قدرت فیکساسیون کامپوننت دارد.
- باید از نگهداشتن زانو در وضعیت هایپراکستنشن و یا هایپرفلکشن خودداری شود.

نتیجه گیری

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

تقدیر و تشکر

نویسندگان مراتب تقدیر و تشکر خود را از واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان امام خمینی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران جهت پشتیبانی و همکاری در طول دوره مطالعه اعلام می‌دارند.

منابع

- 1 Van Otten T.J.M, van Loon C.J.M. Early aseptic loosening of the tibial component at the cement-implant interface in total knee arthroplasty: a narrative overview of potentially associated factors. Acta Orthop Belg. 2022;88(1):103-11. DOI: 10.52628/88.1.13.
- 2 Hampton M, Balachandar V, Charalambous C.P, Sutton P.M. Cementing Techniques In Knee Surgery (CeTIKS): a UK expert consensus study. Bone Jt Open. 2023;4(9):682-8. DOI: 10.1302/2633-1462.49.Bjo-2023-0032.R1.
- 3 Ben-Shlomo Y, Blom A, Boulton C, Brittain R, Clark E, Dawson-Bowling S, et al. National Joint Registry Annual Reports. The National Joint Registry 19th Annual Report 2022. London: National Joint Registry © National Joint Registry 2022.; 2022. PMID: 36516281 Bookshelf ID: NBK587525.

شستشوی بهتر و همچنین افزایش عمق نفوذ سیمان به استخوان و استحکام بهتر سیمان به استخوان می‌شود^(۳۱،۳۲).

- سطوح استخوانی باید قبل از سیمان گذاری به طور کامل خشک شوند. خشک کردن سطوح استخوانی را می‌توان با استفاده از ساکشن ساده، سواب یا کاتترهای مکش فشار منفی داخل استخوانی انجام داد. هر روشی که انتخاب شود، باید اطمینان حاصل شود که نباید هیچ گونه دبری، بافت نرم، چربی یا خونی که سطح استخوان اسفنجی را مسدود کند، قبل از استفاده از سیمان وجود نداشته باشد^(۱۷،۳۳).
- برای اطمینان از نفوذ کافی سیمان به استخوان، باید سطوح اسکروتیک تحت دریلینگ قرار بگیرند. دریلینگ استخوان اسکروتیک علاوه بر افزایش نفوذ سیمان باعث بهبود Pull-out Strength نیز می‌شود^(۱۴،۳۴).

در صورت استفاده از تورنیکه، تورنیکه باید قبل از سیمان گذاری باد شود. استفاده از تورنیکت در TKA به ایجاد یک فیلد بدون خون کمک می‌کند که تجسم حین عمل را بهبود می‌بخشد و سطوح استخوانی خشک را برای کاربرد سیمان فراهم می‌کند که می‌تواند منجر به بهبود فیکساسیون شود^(۳۵). مطالعه اخیر توسط احمد و همکاران به این نتیجه رسید که استفاده از تورنیکه در TKA با حداقل مزایای بالینی کوتاه مدت همراه است، اما خطر عوارض حین عمل، از جمله ترومبوآمبولی وریدی، عفونت، عمل مجدد و درد پس از عمل به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد^(۳۶).

علیرغم مزایای آشکار اولیه عدم استفاده از تورنیکه، نگرانی در مورد اثرات طولانی مدت ناشی از آلودگی سیمان توسط خون وجود دارد که منجر به فیکساسیون ضعیف کامپوننت و کاهش بقای پروتز می‌شود. با این حال، آن دسته از جراحانی که از تورنیکت استفاده کردند، اتفاق نظر دارند که تورنیکه حداقل باید برای فرآیند سیمان سازی باد شود^(۳). به طور کلی برای کارگذاری سیمان بهتر است نکات زیر رعایت شوند^(۳):

- از نظر ویسکوزیته، سیمان باید Medium یا High viscosity باشد و همچنین حاوی آنتی بیوتیک باشد.
- سیمان باید در دستگاه خلاء مخلوط شود.
- سیمان باید روی سطح پشتی هر دو کامپوننت فمورال و تیبیا و همچنین روی سطوح استخوانی قرار داده شود. همچنین کیل و کامپوننت تیبیا باید با سیمان آغشته شود.
- اگر خون، آب یا چربی در سطح سیمان وجود دارد باید قبل از کار گذاشتن ایمپلنت پاک شود.
- به کاربردن سیمان در قسمت پشتی کامپوننت تیبیا میتواند از آلوده شدن قسمت پشتی کامپوننت به چربی جلوگیری کند و باعث بهبود Pull-out Strength می‌شود.
- استفاده از ابزار ممکن است کارگزاری سیمان در طول Wet phase را تسهیل کند و مشخص شده است که استفاده از

- 4 Cawley D.T, Kelly N, McGarry J.P, Shannon F.J. Cementing techniques for the tibial component in primary total knee replacement. *Bone Joint J.* 2013;95-b(3):295-300. DOI: 10.1302/0301-620x.95b3.29586.
- 5 Prudhon J.L, Verdier R. Cemented or cementless total knee arthroplasty? - Comparative results of 200 cases at a minimum follow-up of 11 years. *Sicot j.* 2017;3:70. DOI: 10.1051/sicotj/2017046.
- 6 Arsoy D, Pagnano M.W, Lewallen D.G, Hanssen A.D, Sierra R.J. Aseptic tibial debonding as a cause of early failure in a modern total knee arthroplasty design. *Clin Orthop Relat Res.* 2013;471(1):94-101. DOI: 10.1007/s11999-012-2467-4.
- 7 Hofmann A.A, Goldberg T.D, Tanner A.M, Cook T.M. Surface cementation of stemmed tibial components in primary total knee arthroplasty: minimum 5-year follow-up. *J Arthroplasty.* 2006;21(3):353-7. DOI: 10.1016/j.arth.2005.06.012.
- 8 Graham J, Ries M, Pruitt L. Effect of bone porosity on the mechanical integrity of the bone-cement interface. *The Journal of bone and joint surgery American volume.* 2003;85-A:1901-8. DOI: 10.2106/00004623-200310000-00006.
- 9 Boruah S, Chen A.F, Muratoglu O.K, Varadarajan K.M. Does bone penetration of cement differ by cement type and application time-point? *Medical Engineering & Physics.* 2022;101:103768. DOI: 10.1016/j.medengphy.2022.103768.
- 10 Banwart J.C, McQueen D.A, Friis E.A, Graber C.D. Negative pressure intrusion cementing technique for total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2000;15(3):360-7. DOI: 10.1016/s0883-5403(00)90762-9.
- 11 Janssen D, Mann K.A, Verdonshot N. Micro-mechanical modeling of the cement-bone interface: the effect of friction, morphology and material properties on the micromechanical response. *J Biomech.* 2008;41(15):3158-63. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2008.08.020.
- 12 Vanlommel J, Luyckx J.P, Labey L, Innocenti B, De Corte R, Bellemans J. Cementing the tibial component in total knee arthroplasty: which technique is the best? *J Arthroplasty.* 2011;26(3):492-6. DOI: 10.1016/j.arth.2010.01.107.
- 13 Refsum A.M, Nguyen U.V, Gjertsen J.E, Espehaug B, Fenstad A.M, Lein R.K, et al. Cementing technique for primary knee arthroplasty: a scoping review. *Acta Orthop.* 2019;90(6):582-9. DOI: 10.1080/17453674.2019.1657333.
- 14 Ahn J.H, Jeong S.H, Lee S.H. The effect of multiple drilling on a sclerotic proximal tibia during total knee arthroplasty. *Int Orthop.* 2015;39(6):1077-83. DOI: 10.1007/s00264-014-2551-3..
- 15 Knappe K, Lunz A, Bühlhoff M, Schonhoff M, Renkawitz T, Kretzer J.P, et al. Pulsatile lavage systems and their potential to penetrate soft tissue. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2023;49(1):327-33. DOI: 10.1007/s00068-022-02067-x.
- 16 Norton M, Eyres K. Irrigation and suction technique to ensure reliable cement penetration for total knee arthroplasty. *The Journal of arthroplasty.* 2000;15:468-74. DOI: 10.1054/arth.2000.2965.
- 17 Stannage K, Shakespeare D, Bulsara M. Suction technique to improve cement penetration under the tibial component in total knee arthroplasty. *Knee.* 2003;10(1):67-73. DOI: 10.1016/s0968-0160(02)00084-4.
- 18 Kopec M, Milbrandt J.C, Duellman T, Mangan D, Allan D.G. Effect of hand packing versus cement gun pressurization on cement mantle in total knee arthroplasty. *Can J Surg.* 2009;52(6):490-4. PMID: 20011185 PMID: PMC2792414.
- 19 Bauze A.J, Costi J.J, Stavrou P, Rankin W.A, Hearn T.C, Krishnan J, et al. Cement penetration and stiffness of the cement-bone composite in the proximal tibia in a porcine model. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2004;12(2):194-8. DOI: 10.1177/230949900401200211.
- 20 Kopec M, Milbrandt J.C, Kohut N, Kern B, Allan D.G. Effect of bone cement viscosity and set time on mantle area in total knee arthroplasty. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2009;38(10):519-22. PMID: 20011741
- 21 Dincel Y.M, Sarı A, Çetin M.Ü, Günaydın B, Agca E, Dogan A.H, et al. The Effect of Tranexamic Acid and Tourniquet Use on Tibial Cement Penetration in Primary Total Knee Arthroplasties. *Arthroplasty Today.* 2020;6(3):422-6. DOI: 10.1016/j.artd.2020.04.010.
- 22 He S, Scott C, Higham P. Mixing of acrylic bone cement: effect of oxygen on setting properties. *Biomaterials.* 2003;24(27):5045-8. DOI: 10.1016/s0142-9612(03)00406-x.
- 23 Niculescu M, Solomon B.L, Viscopoleanu G, Antoniac I.V. Evolution of Cementation Techniques and Bone Cements in Hip Arthroplasty. In: Antoniac IV, editor. *Handbook of Bioceramics and Biocomposites.* Cham: Springer International Publishing; 2016. p. 859-99. DOI: 10.1007/978-3-319-12460-5_42.
- 24 Kurata K, Matsushita J, Furuno A, Fujino J, Takamatsu H. Assessment of thermal damage in total knee arthroplasty using an osteocyte injury model. *Journal of Orthopaedic Research.* 2017;35(12):2799-807. DOI: 10.1002/jor.23600.
- 25 Sharkey P.F, Hozack W.J, Rothman R.H, Shastri S, Jacoby S.M. Insall Award paper. Why are total knee arthroplasties failing today? *Clin Orthop Relat Res.* 2002(404):7-13. DOI: 10.1097/00003086-200211000-00003.
- 26 Cawley D.T, Kelly N, Simpkin A, Shannon F.J, McGarry J.P. Full and surface tibial cementation in total knee arthroplasty: a biomechanical investigation of stress distribution and remodeling in the tibia. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2012;27(4):390-7. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2011.10.011.
- 27 Wyatt R.W.B, Chang R.N, Royse K.E, Paxton E.W, Namba R.S, Prentice H.A. The Association Between Cement Viscosity and Revision Risk After Primary Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2021;36(6):1987-94. DOI: 10.1016/j.arth.2021.01.052.
- 28 Klasan A, Rainbird S, Peng Y, Holder C, Parkinson B, Young S.W, et al. No Difference in Revision Rate Between Low Viscosity and High Viscosity Cement Used in Primary Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2022;37(10):2025-34. DOI: 10.1016/j.arth.2022.04.043.
- 29 Birkeland Ø, Espehaug B, Havelin L.I, Furnes O. Bone cement product and failure in total knee arthroplasty. *Acta Orthop.* 2017;88(1):75-81. DOI: 10.1080/17453674.2016.1256937.
- 30 Dinh N.L, Chong A.C, Walden J.K, Adrian S.C, Cusick R.P. Intrusion Characteristics of High Viscosity Bone Cements for the Tibial Component of a Total Knee Arthroplasty Using Negative Pressure Intrusion Cementing Technique. *Iowa Orthop J.* 2016;36:161-6. Accession Number: 27528854. PMID: PMC4910809.
- 31 Scheele C, Pietschmann M.F, Schröder C, Grupp T, Holderied M, Jansson V, et al. Effect of lavage and brush preparation on cement penetration and primary stability in tibial unicompartmental total knee arthroplasty: An experimental cadaver study. *Knee.* 2017;24(2):402-8. DOI: 10.1016/j.knee.2016.09.015.
- 32 Schlegel U.J, Siewe J, Delank K.S, Eysel P, Püschel K, Morlock M.M, et al. Pulsed lavage improves fixation strength of cemented tibial components. *Int Orthop.* 2011;35(8):1165-9. DOI: 10.1016/j.knee.2016.09.015.
- 33 Norton M.R, Eyres K.S. Irrigation and suction technique to ensure reliable cement penetration for total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2000;15(4):468-74. DOI: 10.1054/arth.2000.2965.
- 34 van de Groes S.A, de Waal Malefijt M.C, Verdonshot N. Influence of preparation techniques to the strength of the bone-cement interface behind the flange in total knee arthroplasty. *Knee.* 2013;20(3):186-90. DOI: 10.1016/j.knee.2012.08.002.
- 35 Ledin H, Aspenberg P, Good L. Tourniquet use in total knee replacement does not improve fixation, but appears to reduce final range of motion. *Acta Orthop.* 2012;83(5):499-503. DOI: 10.3109/17453674.2012.727078.
- 36 Ahmed I, Chawla A, Underwood M, Price A.J, Metcalfe A, Hutchinson C.E, et al. Time to reconsider the routine use of tourniquets in total knee arthroplasty surgery. *Bone Joint J.* 2021;103-b(5):830-9. DOI: 10.1302/0301-620x.103b.Bjj-2020-1926.R1.

30. Dinh N.L, Chong A.C, Walden J.K, Adrian S.C, Cusick R.P. Intrusion Characteristics of High Viscosity Bone Cements for the Tibial Component of a Total Knee Arthroplasty Using Negative Pressure Intrusion Cementing Technique. *Iowa Orthop J.* 2016;36:161-6. Accession Number: 27528854. PMID: PMC4910809.
31. Scheele C, Pietschmann M.F, Schröder C, Grupp T, Holderied M, Jansson V, et al. Effect of lavage and brush preparation on cement penetration and primary stability in tibial unicompartmental total knee arthroplasty: An experimental cadaver study. *Knee.* 2017;24(2):402-8. DOI: 10.1016/j.knee.2016.09.015.
32. Schlegel U.J, Siewe J, Delank K.S, Eysel P, Püschel K, Morlock M.M, et al. Pulsed lavage improves fixation strength of cemented tibial components. *Int Orthop.* 2011;35(8):1165-9. DOI: 10.1016/j.knee.2016.09.015.
33. Norton M.R, Eyres K.S. Irrigation and suction technique to ensure reliable cement penetration for total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2000;15(4):468-74. DOI: 10.1054/arth.2000.2965.
34. van de Groes S.A, de Waal Malefijt M.C, Verdonchot N. Influence of preparation techniques to the strength of the bone-cement interface behind the flange in total knee arthroplasty. *Knee.* 2013;20(3):186-90. DOI: 10.1016/j.knee.2012.08.002.
35. Ledin H, Aspenberg P, Good L. Tourniquet use in total knee replacement does not improve fixation, but appears to reduce final range of motion. *Acta Orthop.* 2012;83(5):499-503. DOI: 10.3109/17453674.2012.727078.
36. Ahmed I, Chawla A, Underwood M, Price A.J, Metcalfe A, Hutchinson C.E, et al. Time to reconsider the routine use of tourniquets in total knee arthroplasty surgery. *Bone Joint J.* 2021;103-b(5):830-9. DOI: 10.1302/0301-620x.103b.Bjj-2020-1926.R1.

2. Hampton M, Balachandar V, Charalambous C.P, Sutton P.M. Cementing Techniques In Knee Surgery (CeTIKS): a UK expert consensus study. *Bone Jt Open.* 2023;4(9):682-8. DOI: 10.1302/2633-1462.49.Bjo-2023-0032.R1.
3. Ben-Shlomo Y, Blom A, Boulton C, Brittain R, Clark E, Dawson-Bowling S, et al. National Joint Registry Annual Reports. The National Joint Registry 19th Annual Report 2022. London: National Joint Registry © National Joint Registry 2022.; 2022. PMID: 36516281 Bookshelf ID: NBK587525.
4. Cawley D.T, Kelly N, McGarry J.P, Shannon F.J. Cementing techniques for the tibial component in primary total knee replacement. *Bone Joint J.* 2013;95-b(3):295-300. DOI: 10.1302/0301-620x.95b3.29586.
5. Prudhon J.L, Verdier R. Cemented or cementless total knee arthroplasty? - Comparative results of 200 cases at a minimum follow-up of 11 years. *Sicot j.* 2017;3:70. DOI: 10.1051/sicotj/2017046.
6. Arsoy D, Pagnano M.W, Lewallen D.G, Hanssen A.D, Sierra R.J. Aseptic tibial debonding as a cause of early failure in a modern total knee arthroplasty design. *Clin Orthop Relat Res.* 2013;471(1):94-101. DOI: 10.1007/s11999-012-2467-4.
7. Hofmann A.A, Goldberg T.D, Tanner A.M, Cook T.M. Surface cementation of stemmed tibial components in primary total knee arthroplasty: minimum 5-year follow-up. *J Arthroplasty.* 2006;21(3):353-7. DOI: 10.1016/j.arth.2005.06.012.
8. Graham J, Ries M, Pruitt L. Effect of bone porosity on the mechanical integrity of the bone-cement interface. *The Journal of bone and joint surgery American volume.* 2003;85-A:1901-8. DOI: 10.2106/00004623-200310000-00006.
9. Boruah S, Chen A.F, Muratoglu O.K, Varadarajan K.M. Does bone penetration of cement differ by cement type and application time-point? *Medical Engineering & Physics.* 2022;101:103768. DOI: 10.1016/j.medengphy.2022.103768.
10. Banwart J.C, McQueen D.A, Friis E.A, Graber C.D. Negative pressure intrusion cementing technique for total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2000;15(3):360-7. DOI: 10.1016/s0883-5403(00)90762-9.
11. Janssen D, Mann K.A, Verdonschot N. Micro-mechanical modeling of the cement-bone interface: the effect of friction, morphology and material properties on the micromechanical response. *J Biomech.* 2008;41(15):3158-63. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2008.08.020.
12. Vanlommel J, Luyckx J.P, Labey L, Innocenti B, De Corte R, Bellemans J. Cementing the tibial component in total knee arthroplasty: which technique is the best? *J Arthroplasty.* 2011;26(3):492-6. DOI: 10.1016/j.arth.2010.01.107.
13. Refsum A.M, Nguyen U.V, Gjertsen J.E, Espehaug B, Fenstad A.M, Lein R.K, et al. Cementing technique for primary knee arthroplasty: a scoping review. *Acta Orthop.* 2019;90(6):582-9. DOI: 10.1080/17453674.2019.1657333.
14. Ahn J.H, Jeong S.H, Lee S.H. The effect of multiple drilling on a sclerotic proximal tibia during total knee arthroplasty. *Int Orthop.* 2015;39(6):1077-83. DOI: 10.1007/s00264-014-2551-3..
15. Knappe K, Lunz A, Bühlhoff M, Schonhoff M, Renkawitz T, Kretzer J.P, et al. Pulsatile lavage systems and their potential to penetrate soft tissue. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2023;49(1):327-33. DOI: 10.1007/s00068-022-02067-x.
16. Norton M, Eyres K. Irrigation and suction technique to ensure reliable cement penetration for total knee arthroplasty. *The Journal of arthroplasty.* 2000;15:468-74. DOI: 10.1054/arth.2000.2965.
17. Stannage K, Shakespeare D, Bulsara M. Suction technique to improve cement penetration under the tibial component in total knee arthroplasty. *Knee.* 2003;10(1):67-73. DOI: 10.1016/s0968-0160(02)00084-4.
18. Kopec M, Milbrandt J.C, Duellman T, Mangan D, Allan D.G. Effect of hand packing versus cement gun pressurization on cement mantle in total knee arthroplasty. *Can J Surg.* 2009;52(6):490-4. PMID: 20011185 PMID: PMC2792414.
19. Bauze A.J, Costi J.J, Stavrou P, Rankin W.A, Hearn T.C, Krishnan J, et al. Cement penetration and stiffness of the cement-bone composite in the proximal tibia in a porcine model. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2004;12(2):194-8. DOI: 10.1177/230949900401200211.
20. Kopec M, Milbrandt J.C, Kohut N, Kern B, Allan D.G. Effect of bone cement viscosity and set time on mantle area in total knee arthroplasty. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2009;38(10):519-22. PMID: 20011741
21. Dincel Y.M, Sari A, Çetin M.Ü, Günaydın B, Agca E, Dogan A.H, et al. The Effect of Tranexamic Acid and Tourniquet Use on Tibial Cement Penetration in Primary Total Knee Arthroplasties. *Arthroplasty Today.* 2020;6(3):422-6. DOI: 10.1016/j.artd.2020.04.010.
22. He S, Scott C, Higham P. Mixing of acrylic bone cement: effect of oxygen on setting properties. *Biomaterials.* 2003;24(27):5045-8. DOI: 10.1016/s0142-9612(03)00406-x.
23. Niculescu M, Solomon B.L, Viscopoleanu G, Antoniac I.V. Evolution of Cementation Techniques and Bone Cements in Hip Arthroplasty. In: Antoniac IV, editor. *Handbook of Bioceramics and Biocomposites.* Cham: Springer International Publishing; 2016. p. 859-99. DOI: 10.1007/978-3-319-12460-5_42.
24. Kurata K, Matsushita J, Furuno A, Fujino J, Takamatsu H. Assessment of thermal damage in total knee arthroplasty using an osteocyte injury model. *Journal of Orthopaedic Research.* 2017;35(12):2799-807. DOI: 10.1002/jor.23600.
25. Sharkey P.F, Hozack W.J, Rothman R.H, Shastri S, Jacoby S.M. Insall Award paper. Why are total knee arthroplasties failing today? *Clin Orthop Relat Res.* 2002(404):7-13. DOI: 10.1097/00003086-200211000-00003.
26. Cawley D.T, Kelly N, Simpkin A, Shannon F.J, McGarry J.P. Full and surface tibial cementation in total knee arthroplasty: a biomechanical investigation of stress distribution and remodeling in the tibia. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2012;27(4):390-7. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2011.10.011.
27. Wyatt R.W.B, Chang R.N, Royse K.E, Paxton E.W, Namba R.S, Prentice H.A. The Association Between Cement Viscosity and Revision Risk After Primary Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2021;36(6):1987-94. DOI: 10.1016/j.arth.2021.01.052.
28. Klasan A, Rainbird S, Peng Y, Holder C, Parkinson B, Young S.W, et al. No Difference in Revision Rate Between Low Viscosity and High Viscosity Cement Used in Primary Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2022;37(10):2025-34. DOI: 10.1016/j.arth.2022.04.043.
29. Birkeland Ø, Espehaug B, Havelin L.I, Furnes O. Bone cement product and failure in total knee arthroplasty. *Acta Orthop.* 2017;88(1):75-81. DOI: 10.1080/17453674.2016.1256937.

- **Bone Surface Preparation:** Proper preparation of bone surfaces before cementation is essential to ensure adequate cement penetration into the bone and has been shown to significantly reduce component micromovement. Bone debris, blood, and fat should be removed using pulsatile lavage. Pulsatile lavage provides better cleaning, increases the depth of cement penetration into the bone, and improves the bond strength between the cement and bone^(31,32).
- **Drying:** Bone surfaces should be completely dry before cementation. Drying can be achieved using suction, swabs, or intraosseous negative pressure suction catheters. Ensure that no debris, soft tissue, fat, or blood obstructs the spongy bone surface^(17,33).
- **Drilling:** Sclerotic surfaces should be drilled to ensure adequate cement penetration. Drilling improves both cement penetration and pull-out strength^(14,34).
- **The Role of a Tourniquet in TKA and Cement Application Tourniquet Use:** While tourniquets can provide a bloodless surgical field, improving visualization and creating a dry bone surface for cement application which can improve fixation⁽³⁵⁾, recent studies, such as that by Ahmed et al., suggest that their use in TKA might be associated with increased risks of postoperative complications like venous thromboembolism, infection, reoperation, and pain⁽³⁶⁾. Despite the initial advantages of a tourniquet-free technique, concerns remain about the long-term effects of cement contamination by blood, which could lead to poor component fixation and reduced implant survival. However, surgeons who continue to use tourniquets generally agree that it should at least be inflated during the cementing process⁽²⁾.

Generally, these recommendations should be considered for cement application⁽²⁾:

- **Cement Viscosity and Additives:** Medium or high-viscosity cement with an antibiotic is generally recommended.
- **Mixing:** Cement should be mixed under vacuum.
- **Cement Application:** Apply cement to both the posterior surfaces of the femoral and tibial components, as well as to the bone surfaces. Also, the tibial component keel should also be coated with cement.
- If there is blood, water or fat on the surface of the cement, it must be removed before placing the implant.
- Applying cement to the posterior aspect of the tibial component can prevent contamination and improve pull-out strength.
- Instruments may facilitate cement application during the wet phase, and cement guns have been shown to improve both cement penetration and coverage.
- **Component Pressurization:** Both femoral and tibial components should be pressurized using an impactor.
- **Post-operative Positioning:** The knee should be held in a fixed position during the cement curing phase to minimize micromovement.
- **Avoid Extreme Positions:** Avoid hyperflexion or hyperextension of the knee.

Conclusion

The cementing technique is associated with the loosening of the prosthesis and can lead to early or late joint replacement failure and the need for joint replacement.

Therefore, it is essential to use a precise cementing method at the time of placing the joint prosthesis to avoid aseptic loosening and, as a result, early failure of TKA.

Acknowledgement

The authors would like to thank the Clinical Research Development Unit of Imam Khomeini Hospital, Mazandaran University of Medical Science Sari, Iran for their support cooperation and assistance throughout the period of study.

References

1. Van Otten T.J.M, van Loon C.J.M. Early aseptic loosening of the tibial component at the cement-implant interface in total knee arthroplasty: a narrative overview of potentially associated factors. *Acta Orthop Belg.* 2022;88(1):103-11. DOI: 10.52628/88.1.13.

Cementing Techniques

There are two primary techniques for applying cement in TKA⁽⁴⁾:

1. Fully Cementing: In this technique, the entire tibial plateau and tibial canal are filled with cement.
2. Surface Cementing: Here, only the surface of the tibial plateau is covered with cement.

There is ongoing debate about which technique is superior⁽⁴⁾. Previous studies have shown that full cementing provides better fixation, reduced micromovement, and greater long-term stability⁽²⁵⁾. However, other studies have indicated that surface cementing offers adequate prosthesis stability and, by applying more load to the tibial plateau surface, helps maintain bone density and underlying bone structure^(7,26). Conversely, opponents of surface cementing argue that this technique does not provide sufficient fixation⁽⁴⁾. A laboratory study demonstrated that full cementing, compared to surface cementing, applies less stress to the cancellous bone beneath the tibial component and confirmed that full cementing leads to greater bone ingrowth in the proximal tibia⁽⁴⁾.

Cement Viscosity

Cement can be classified into three categories based on viscosity^(27,28):

High Viscosity Cement (HVC): This cement has a short doughing phase and a long working phase.

- Medium Viscosity Cement (MVC): This cement has both a long doughing phase and a long working phase.
- Low Viscosity Cement (LVC): This cement has a long doughing phase and a short working phase.

An example of a high-viscosity cement is Palacos, which contains the antibiotic gentamicin and is manufactured by Zimmer⁽²⁹⁾. An example of a medium-viscosity cement is Simplex, which contains the antibiotic tobramycin and is manufactured by Stryker⁽¹³⁾.

In general, bone cements are sensitive to temperature, and any increase or decrease in temperature (whether from the environment, the cement components, or the mixing equipment) from the recommended 73 degrees Fahrenheit (23 degrees Celsius) affects the properties of the cement and its working time. It is recommended that the unopened product be stored at 73 degrees Fahrenheit for at least 24 hours before use. Manual

handling of the cement and transferring body heat to it can shorten the working time of the cement.

Simplex Cement Mixing^(13,30): All of the powder should be placed in an empty container, and then the liquid should be added (the powder should not be added to the liquid). When the cement is to be manually applied at the implantation site, the mixing of the liquid and powder should continue until a doughy form is created that does not adhere to the surgical glove. This mixing process takes at least 4 minutes. For use with a cement gun, the mixing process takes 1 to 2.5 minutes. The cement is then loaded into the injection device and used.

Palacos Cement Mixing⁽²⁹⁾: The liquid is first poured into a container, and then the powder is added and mixed with a spatula until it becomes doughy, which usually takes about 30 seconds. It is important to avoid trapping air in the cement during mixing. After mixing, the cement should rest for 1-2 minutes to reach the appropriate viscosity. The end of the resting phase is when the cement no longer adheres to the surgical glove, and at this point, a syringe or other cement application methods can be used. When the cement becomes rubbery, the working time of the cement is over, and the cement should not be applied.

Depuy Cement: Application and Technique Mixing: The powder is placed in a container first, followed by the liquid. Mixing continues until a doughy consistency is achieved that does not adhere to the surgical glove. The mixing process takes 2 minutes, and the working time is approximately 6 minutes. It is crucial to avoid trapping air during the mixing process. Cement Gun Use: When using a cement gun, the surgeon should visually assess the injection time. A small amount of cement should be extruded from the syringe to ensure that the cement surface is opaque and that there is no excessive flow of cement under gravity. It is recommended to place a cement restrictor in the prepared bone cavity at an appropriate depth before injecting the cement. Application: After filling the canal, sufficient pressure should be applied, and the component should be placed when the cement has sufficient viscosity to resist excessive component displacement. Note: Additives such as antibiotics should not be mixed with this cement as they can alter the cement's properties. Expert Consensus on Cementing Technique (2023) Based on a 2023 Expert Consensus study, the following technique is presented as the most comprehensive cementing technique in TKA⁽²⁾:

With the increasing prevalence of TKA, it is essential to improve surgical techniques, particularly cementing techniques, to prevent increased failure rates in primary TKA and reduce the associated costs of revision surgery⁽²⁾. In general, the factors affecting cementation include cementing technique and the properties of the cement itself. To date, there is no consensus on which patients should receive cemented or cementless TKA⁽²⁾. In the following sections, we will explore the various factors that influence cement application to investigate the most appropriate cementing techniques for knee replacement.

Methods

This narrative review involved a search of the MEDLINE electronic database for articles published between 2000 and 2024. The inclusion was limited to articles on total knee replacement in adult patients. The exclusion criteria were non-English-language articles. All articles were initially screened based on title and abstract. Eventually, articles related to TKA cementing techniques were included. Also, the references of the extracted articles have been used as a source in writing this paper.

Results

The most important factors that influence the outcomes of cement application will be discussed below:

Cement Penetration

Studies have shown that the penetration of cement into the bone plays a key role in the strength of the prosthesis. Factors that improve cement penetration include: a dry and porous bone bed, venting of the tibial metaphysis, use of low or medium viscosity cement, hand packing, a working time of 3-4 minutes, low room temperature, and storing the cement at a low temperature⁽⁴⁾.

Depending on the quality of the bone and the porosity of the cancellous bone, the cement can penetrate to varying degrees from the bone cut surface, creating a bond between the cement and the bone^(7,8).

The amount of cement penetration into the cancellous bone indicates the stability of the implant in joint replacement with cementing⁽⁹⁾. For cement to

penetrate at least one level of bone trabeculae, a cement thickness of 2 mm is required, and a thickness of 3-4 mm is optimal⁽¹⁰⁻¹²⁾.

Cement penetration of 1.5 mm or less into the cancellous bone usually results in higher radiolucency and lower tensile strength associated with early implant micromotion⁽¹³⁾. Other factors affecting cement penetration include:

In cases where the tibial surface has sclerotic bone and cement penetration into the bone trabeculae may be impaired, drilling the sclerotic bone can improve cement penetration⁽¹⁴⁾.

The use of pulsatile lavage increases the chance of cement penetration compared to conventional lavage as pulsatile lavage provides more effective debridement^(13,15).

The bone can be adequately dried using suction and laparotomy sponges⁽¹⁶⁾.

The negative pressure created by the holes in the tibial jig pins increases the chance of cement penetration into the bone^(10,16,17).

The use of a spatula or finger packing can ensure adequate cement penetration^(12,18).

Regarding the use of a cement gun, it is important to note that one study reported excessive cement penetration into the bone⁽¹²⁾, while another study reported that the cement gun provided the greatest stability and the least micromovement⁽¹⁹⁾.

In addition to the above, prolonging the setting time of the cement increases the flow of the cement and facilitates cement penetration. Using high-viscosity PMMA compared to medium-viscosity PMMA reduces the amount of penetration⁽²⁰⁾. On the other hand, storing the cement at a low temperature and high humidity during mixing prolongs the setting time of the cement^(4,21).

Mixing the cement under vacuum reduces the setting time by 2 minutes⁽²²⁾, and the time of application of the cement after mixing is inversely proportional to the amount of cement penetration⁽²⁰⁾.

Although the maximum setting temperature of cement during hip replacement is 48°C, it should be noted that the temperature of the knee joint with the use of a tourniquet and without the cooling effect of blood may be higher. Also, collagen denatures when exposed to temperatures above 56°C for an extended period^(4,23).

A thick cement layer, high ambient temperature, and an increased monomer-to-polymer ratio increase the temperature of the cement during the setting phase⁽²⁴⁾.

Cementing Techniques in Total Knee Arthroplasty (Review Article)

Abstract

Total Knee Arthroplasty (TKA) is a surgery performed to treat patients with advanced knee osteoarthritis. Currently, about 95.3% of knee arthroplasties are performed using the cemented technique. Since the introduction of Polymethylmethacrylate (PMMA) cement, it has played a primary role in arthroplasty. Cementless fixation may lead to better survival rates in selected patients, while cemented TKA is believed to have lower infection rates. With the increasing number of TKAs, improving cementing techniques is essential to reduce primary TKA failure and avoid revision surgeries. A narrative review was conducted by searching the MEDLINE database from 2000 to 2024 to investigate the most appropriate cementing techniques in knee replacement. Recent studies have identified several factors affecting the results of cement placement in TKA, such as cement penetration depth, cementing technique, and cement viscosity. Preparing the bone surfaces before cementing is essential to ensure adequate cement penetration. Bone surfaces must be thoroughly dried before cementing. For optimal cement penetration, sclerotic surfaces should undergo drilling. Poor cementing technique is associated with loosening of the prosthesis leading to early or late joint replacement failure. Therefore, it is essential to use an accurate cementing method at the time of TKA to avoid aseptic loosening and, early failure of TKA.

Keywords: Total knee arthroplasty, Bone cements, Osteoarthritis.

Accepted: 40 days before printing

Sina Aminizadeh, MD^{1,2}, Mehdi Bayati, MD^{1,2}, Mahdi Sahebi^{1,3}, Mohammadreza Razzaghof, MD, MPH^{1,2},
Mohammad Ayati Firoozabadi, MD^{1,2}, Seyed Mohammad Javad Mortazavi, MD^{1,2}

1. Joint Reconstruction Research Center, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
2. Department of Orthopedic Surgery, Imam Khomeini Hospital Complex, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
3. Students' Scientific Research Center (SSRC), Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

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

Introduction

Total Knee Arthroplasty (TKA) is an effective surgery for treating patients with advanced knee osteoarthritis. However, in some patients, this surgery faces early failure due to underlying factors⁽¹⁾. Currently, about 95.3% of knee arthroplasties are done using the Cemented technique^(2,3). Since its introduction in 1950, Polymethylmethacrylate (PMMA) has played a major role as the cement material in arthroplasty⁽⁴⁾. Some studies suggest that cementless fixation can provide better survival rates in younger or obese patients, while it is believed that cemented TKA has fewer infectious complications. However, there is no significant research showing a difference in survival rates between the two methods over a 10-year follow-up, regardless of age or BMI⁽⁵⁾. With advancements in technology for producing polyethylene and implants, along with improvements in TKA surgical methods, aseptic loosening is now recognized as a leading cause of TKA failure and revision and in new studies, the prevalence of aseptic loosening has been reported in men and women under 50 years at 5.9% and 6.4%, respectively⁽²⁾. Almost 11% of revisions performed in the first year after primary TKA are due to tibial component aseptic loosening at the cement-component interface. One study identified that the most important factors responsible for early prosthesis loosening at the cement-component interface of the tibial component were related to cement, including cement viscosity, cement placement method, and cement thickness⁽¹⁾. Aseptic loosening can lead to both early and late TKA failure and is more common in the tibial component than the femoral component, usually associated with improper cementing techniques^(2,6).

- 7 Yan, S.G, Cui Y, Li D, Liu F, Hua X, Schmidutz F. Femoral Neck System versus Three Cannulated Screws for Fixation of Femoral Neck Fractures in Younger Patients: A Retrospective Cohort Study. *J Invest Surg.* 2023;36(1):2266752. DOI: 10.1080/08941939.2023.2266752.
- 8 Lee, H.H, Kang K.Y, Sung S.Y, Lee S.B, Kim S.H, Jung S.I, et al. Femoral Neck Fractures Treated by Closed Reduction and Internal Fixation with the Double Fluoroscope Technique: A Preliminary Study. *J Clin Med.* 2024;13(5):1418. DOI: 10.3390/jcm13051418.

The patient reported no significant complications, and functional recovery was assessed as satisfactory. Preoperatively, the patient's visual analog scale (VAS) score was 9, which decreased to 1 at three months postoperatively. Additionally, the Harris Hip Score was reported as 83.

Discussion

This report describes the surgical management of a unique case of a young patient with a nondisplaced femoral neck fracture and a history of knee disarticulation. The novel lateral decubitus positioning used in this case provided the surgeon with easier access to the injured site. Although femoral neck fractures are more common in older adults, their treatment in young and active patients—particularly those with a prior knee disarticulation—requires meticulous planning. The lateral positioning technique recently described by Pisoudeh et al. offers intraoperative advantages over traditional fracture table approaches⁽⁶⁾. The total operative time in this case was 90 minutes, which is longer than the durations reported by Shuang G. Yan et al.⁽⁷⁾. However, the patient preparation time in this case was shorter compared with single- and dual-C-arm groups reported by Hee Lee et al.⁽⁸⁾. It is important to note that this report describes a single case, and surgical times may vary depending on fracture complexity and surgeon experience. This positioning approach can be applied in patients with below-knee amputations or hip/knee flexion contractures⁽⁶⁾. A major advantage of this position is the reduced risk of contamination of the surgical field during C-arm imaging. In procedures performed on a fracture table, optimizing intraoperative C-arm imaging can be challenging and increases the risk of contamination for both the sterile field and the surgeon. In the lateral decubitus position described here, the C-arm can be adjusted freely without obstructing the surgical field, minimizing contamination risk. Furthermore, in this patient, lateral views of the proximal femur were obtained without repositioning the injured limb, simply by adjusting the C-arm angle, resulting in superior lateral visualization compared with fracture table techniques. This approach also reduces the risk of loss of reduction, particularly in displaced fractures, and limits contamination of the surgical site. Additionally, it optimizes surgical workflow, keeping the C-arm outside the sterile field without interfering with the surgeon's movements or

position. Despite the improved lateral visualization, fluoroscopic imaging may be more challenging for some surgeons. These results cannot be generalized; although surgical outcomes were excellent, surgeon comfort and visibility compared with other positions may vary. To date, studies using this new positioning technique are limited to case reports. Furthermore, given the patient's prior lower-limb amputation, patient-reported outcome measures (PROMs) may differ from those of individuals with intact lower limbs.

Conclusion

The lateral decubitus position in patients with a history of knee disarticulation demonstrated promising intraoperative and postoperative outcomes for femoral neck fracture fixation.

Acknowledgement

The authors would like to thank the Clinical Research Development Unit of Imam Khomeini Hospital, Mazandaran University of Medical Science Sari, Iran for their support cooperation and assistance throughout the period of study.

References

- 1 Bäckér H.C, Wu C.H, Maniglio M, Wittekindt S, Hardt S, Perka C. Epidemiology of proximal femoral fractures. *J Clin Orthop Trauma*. 2021;12(1):161-165. DOI: 10.1016/j.jcot.2020.07.001.
- 2 Ly T.V, Swiontkowski M.F. Management of femoral neck fractures in young adults. *Indian J Orthop*. 2008;42(1):3-12. DOI: 10.4103/0019-5413.38574.
- 3 Wu X.B, Wang JQ, Sun X, Han W, Guidance for the Treatment of Femoral Neck Fracture with Precise Minimally Invasive Internal Fixation Based on the Orthopaedic Surgery Robot Positioning System. *Orthop Surg*. 2019;11(3):335-340. DOI: 10.1111/os.12451.
- 4 Zhao Z, Song F, Zhu J, He D, Deng J, Ji X, et al. Prone positioning for intramedullary nailing of subtrochanteric fractures, the techniques of intraoperative fluoroscopy and reduction: A technique note. *Injury*. 2017;48(10):2354-2359. DOI: 10.1016/j.injury.2017.08.025.
- 5 Pahlavanhosseini H, Valizadeh S, Saeed Banadaky S.H, Akhavan Karbasi M.H, Abrisham S.M.J, Fallahzadeh H. Management of Hip Fractures in Lateral Position without a Fracture Table. *Arch Bone Jt Surg*. 2014;2(3):168-73.
- 6 Pisoudeh K, Elahifar O, Alimoghadam S, Eslami A. Trans-Table Intraoperative Fluoroscopic Technique for Obtaining a True Lateral View of the Proximal Femur in the Lateral Decubitus Position. *Arch Bone Jt Surg*. 2023;11(8):531-534. DOI: 10.22038/ABJS.2023.73085.3386.

The right lower limb (the injured side) was then carefully elevated, and a cushion and soft pad were positioned underneath it to ensure alignment with the trunk, prevent pressure injury, and minimize muscle contraction. Once the legs were positioned, the lateral decubitus posture was stabilized using two side supports placed at the posterior and anterior aspects of the trunk. Since the fracture was nondisplaced, no reduction maneuver was required. Before skin preparation and draping, the adequacy of alignment was confirmed fluoroscopically. After verifying proper patient positioning, the right lower limb was prepared and draped from the iliac crest to the distal end of the prosthetic limb, and the incision site was marked. A 5-cm longitudinal incision was made just below the greater trochanter. A guide pin (K-wire) was first inserted from the same region beneath the trochanter into the inferior portion of the femoral neck along the tension side. Two additional guide pins were then placed parallel to the first, in the central and superior regions of the femoral neck. Drilling was performed over the guide pins using a cannulated drill bit. Fixation was achieved with three 6.5-mm titanium cannulated screws (lengths: 100 mm, 100 mm, and 105 mm) and two washers. All steps were performed under fluoroscopic guidance. To obtain an anteroposterior (AP) view of the right hip, the C-arm was positioned posterior to the patient, with its arm adjusted in a "C"

configuration. For lateral imaging, the device was kept in the standard zero-degree position without additional angulation. In this setup, the contralateral limb, being flexed, did not obstruct visualization of the injured hip (Figure 4).

Estimated intraoperative blood loss was approximately 50 mL.

The total operative time was 10 minutes from patient preparation to incision, and 80 minutes from skin incision to wound dressing.

Postoperative Details

Following surgery, the patient was instructed to maintain a non-weight-bearing protocol for two months, similar to standard management for patients with nondisplaced femoral neck fractures without amputation⁽²⁾.

Due to the right knee disarticulation, he was also advised to wear his prosthetic limb during this period to reduce gravitational stress on the hip joint and minimize compensatory leaning toward the contralateral side while standing.

The patient was advised to avoid weight bearing on the operated limb for two months postoperatively, followed by partial weight bearing with the use of his prosthesis and a walker for an additional month. At the three-month follow-up, radiographic evaluation demonstrated signs of bone union (Figure 5).

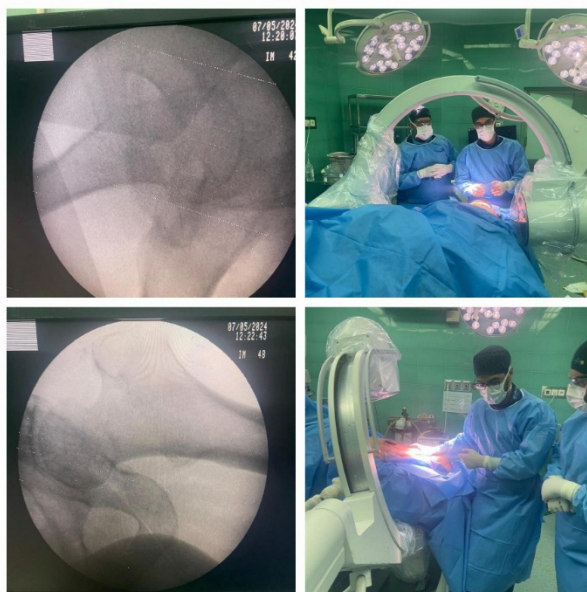


Figure 4: Intraoperative fluoroscopic images showing the anteroposterior and lateral views of the hip, as well as the positioning of the C-arm during the procedure.



Figure 5: Three-month postoperative radiograph showing fixation of the femoral neck fracture with three screws and evidence of partial bone healing.

Case report

Preoperative Evaluation

A 40-year-old man presented to the hospital with severe lateral hip pain following a low-height fall. Radiographs and computed tomography confirmed a nondisplaced femoral neck fracture (Figure 1 and 2). No signs of associated hip joint injury or avascular necrosis were identified. Due to the patient's intense pain and muscular rigidity, a complete assessment of the hip joint was not feasible, although a noticeable limitation in the range of motion was observed in all directions. Two years prior to this admission, the

patient had undergone knee disarticulation due to severe tibial trauma and was ambulating with a transtibial prosthetic limb. Consequently, vascular and neurological evaluation of the affected limb was not feasible. The patient reported that before the recent trauma, he had full range of motion of the hip joint and was able to bear full weight on the affected limb. The patient was admitted 24 hours before surgery. Following induction of general anesthesia, his position was changed from supine to left lateral decubitus (Figure 3). A Mayo stand was placed beneath the patient's left lower limb (the sound limb), and both the hip and knee were safely flexed to approximately 45 degrees over the stand.



Figure 1: Preoperative anteroposterior radiograph of the right hip showing a nondisplaced femoral neck fracture



Figure 2: Preoperative coronal CT scan demonstrating a nondisplaced fracture of the right femoral neck.



Figure 3: Patient positioning before surgical preparation in the operating room.

Lateral Decubitus Position for Hip Fracture Fixation in a Knee Disarticulation Amputee (Case Report)

Abstract

Femoral neck fracture is one of the most disabling affections in older patients. The usual surgical position in fixation of femoral neck fracture is the supine position on radiolucent fracture table. A technique of placing the patient in lateral decubitus position has been reported. This report describes this position in a patient with prior knee disarticulation. A 40-year-old man with a right hip fracture (Pauwels I, Garden II) fracture with a previous knee disarticulation secondary to extensive tibial trauma underwent close reduction and internal fixation in left lateral decubitus position. The knee and hip joint were flexed to 45° securely on the Mayo stand. Then, the patient's affected limb was lifted, and a pillow - pad was placed under it. This position was supported by two side supports -one on the back and one on back of trunk. Improving C-arm accessibility and adjustment, leading to reduction of contaminating, a more accurate lateral view of the proximal femur, decreasing the risk of reduction loss, optimizing the workflow, and more suitability in complex patients are the benefits seen in this case. On the other hand, increasing total surgical time, and harder fluoroscopy adjustments were the challenges. In this patient with prior disarticulation, lateral decubitus position for femoral neck fracture showed promising intra and post-operative results.

Keywords: Femoral neck fractures, Patient positioning, Disarticulation, Knee.

Accepted: 36 days before printing

Hasan Barati, MD, Mojtaba Baroutkoub, MD, Amir Barzanouni, MD, Ali Keipourfard, MD, Ali Ghozatfar, MD

Orthopedics and Trauma Surgery
group, Faculty of medicine, Shahid
Beheshti University of medical
sciences, Tehran, Iran.

Introduction

Femoral neck fracture is among the most disabling injuries occurring in the elderly population. It accounts for approximately 45% of all proximal femoral fractures. With the progressive aging of societies, its incidence continues to rise⁽¹⁾. Depending on the patient's age, comorbidities, bone mineral density, and level of daily activity, the surgical management options for elderly patients range from closed or open reduction with internal fixation to arthroplasty or hemiarthroplasty. However, in certain younger patients under 50 years of age, internal fixation remains the preferred choice. The primary surgical goals in this age group include prevention of nonunion and osteonecrosis, as well as preservation of the femoral head^(2,3).

The most common surgical position for proximal femoral procedures is the supine position on a fracture or radiolucent table. Other reported positions include the lateral decubitus and prone positions on a radiolucent table^(4,5). In 2023, Pisoudeh et al. introduced a novel surgical positioning technique in two young patients with subtrochanteric fractures, in which the patient was placed in a lateral decubitus position on a radiolucent table with anterior and posterior supports. The uninjured leg was flexed at a 45-degree angle, and a large cushion was positioned beneath the injured limb. The C-arm was placed on the contralateral side of the surgeon, perpendicular to the long axis of the table⁽⁶⁾. The present report describes the surgical technique, positioning details, potential advantages and challenges, intraoperative lateral imaging accuracy, and postoperative outcomes in a 40-year-old man with a femoral neck fracture. The procedure employed the lateral position proposed by Pisoudeh et al. in a unique case of a patient with a prior knee disarticulation.

Corresponding Author:
Hasan Barati, MD
Email address:
dr.barati363@gmail.com

125. Jamil M, Rafique S, Khan A.M, Hegab H, Mia M, Gupta M.K, et al. Comprehensive analysis on orthopedic drilling: A state-of-the-art review. *Proc Inst Mech Eng H*. 2020 Jun;234(6):537-61. DOI: 10.1177/0954411920911283.
126. Alambeigi F, Bakhtiarinejad M, Sefati S, Hegeman R, lordachita I, Khanuja H, et al. On the use of a continuum manipulator and a bendable medical screw for minimally invasive interventions in orthopedic surgery. *IEEE Trans Med Robot Bionics*. 2019;1(1):14-21. DOI: 10.1109/tmrb.2019.2895780.
127. Ricci WM, Tornetta III P, Petteys T, Gerlach D, Cartner J, Walker Z, Russell TA. A comparison of screw insertion torque and pullout strength. *Journal of orthopaedic trauma*. 2010 Jun 1;24(6):374-8. DOI: 10.1097/BOT.0b013e3181c4a655
128. Ryken T.C, Clausen J.D, Traynelis V.C, Goel V.K. Biomechanical analysis of bone mineral density, insertion technique, screw torque, and holding strength of anterior cervical plate screws. *J neurosurgery*. 1995;83(2):324-9. DOI: 10.3171/jns.1995.83.2.0324.
129. Müller M.E, Allgöwer M, Schneider R, Willenegger H. Screws and plates and their application. *Manual of INTERNAL FIXATION: Techniques Recommended by the AO-ASIF Group*. 1992:179-290.
130. Helgeson M.D, Kang D.G, Lehman Jr R.A, Dmitriev A.E, Luhmann S.J. Tapping insertional torque allows prediction for better pedicle screw fixation and optimal screw size selection. *Spine J*. 2013;13(8):957-65. DOI: 10.1016/j.spinee.2013.03.012.
131. Bertollo N, Walsh W.R. Drilling of bone: practicality, limitations and complications associated with surgical drill-bits. In book: *Biomechanics in applications*. 2011 Sep 9;4:53-83. DOI:10.5772/20931.
132. Sigua-Rodriguez E.A, de Medeiros R.C, Goulart D.R, Bomfim-Azevedo V.L, Olate S, de Albergaria-Barbosa J.R. Comparative evaluation of different fixation techniques of the sagittal split ramus osteotomy in 10 mm advancements: mechanical testing and screw insertion torque. *J Cra Max Surg*. 2018;46(12):2082-7.
133. Perna F, Borghi R, Pilla F, Stefanini N, Mazzotti A, Chehrassan M. Pedicle screw insertion techniques: an update and review of the literature. *Musculoskelet Surg*. 2016;100(3):165-9. DOI: 10.1007/s12306-016-0438-8.
134. Baluch D.A, Patel A.A, Lullo B, Havey R.M, Voronov L.I, Nguyen N.L, et al. Effect of physiological loads on cortical and traditional pedicle screw fixation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2014;39(22):E1297-302. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000553.
135. Kim Y.J, Lenke L.G. Thoracic pedicle screw placement: free-hand technique. *Neurol India*. 2005;53(4):512-9. DOI: 10.4103/0028-3886.22622.
136. Mobbs R.J, Phan K, Assem Y, Pelletier M, Walsh W.R. Combination Ti/PEEK ALIF cage for anterior lumbar interbody fusion: early clinical and radiological results. *J Clin Neurosci*. 2016;34:94-9. DOI: 10.1016/j.jocn.2016.05.028.
137. Khan I.A, Singh A, Akhtar U. Role of Dynamization in Fracture Healing of Femur and Tibia After Intramedullary Interlocking Nail: A One Year Hospital Based Prospective Study. *Res J Med Sci*. 2024;18(12):317-22. DOI:10.36478/makrjms.2024.12.317.322.
138. Jindal S. A prospective study to evaluate the outcome of antibiotic cement impregnated intramedullary nailing in infected fractures of femur and tibia. *Int J Life Sci Biotech Pharma Res*. 2024. Available from: <http://www.ijlbpr.com/uploadfiles/75vol13issue12pp397-401.20241213083816.pdf>.
139. Kumar DR, Nitheesh S, Rakesh MM, Krishnan GA, Subash Y. A comparative study of plating vs nailing-retrograde nailing for femur and antegrade nailing for tibia for floating knee. *International Journal of Orthopaedics*. 2023;9(3):182-7. DOI: 10.22271/ortho.2023.v9.i3c.3425
140. Sanchez-Fernandez H, Julbe J.I.A, Gonzalez J.A.R, Frontera S.E, Ramírez N, Martinez P.R. Atypical Tibial Fracture Following Chronic Bisphosphonate Use: A Case Report and Review of the Literature. *Cureus*. 2024;16(11):e73165. DOI: 10.7759/cureus.73165.
141. Kim J.Y, Lee S.W. Tibial Insufficiency Fracture with Characteristics of an Atypical Fracture: A Rare Case and Literature Review. *Medicina (Kaunas)*. 2024;60(11):1814. DOI: 10.3390/medicina60111814.
142. Abdioğlu A.A, VARIŞ O, Aslan O, Paksoy K, Öner K, Uygun H. Evaluation of Treatment Outcomes in Orthopaedic Firearm Injuries: A Review of 52 Cases. *J General Med/Genel Tip Derg*. 2024;34(6). 10.54005/geneltip.1427229.
143. Wallace SJ, Rozbruch SR. Lengthening and correction of femur malunion followed by high tibial osteotomy. In: *Limb Lengthening and Reconstruction Surgery Case Atlas: Adult Deformity, Tumor, Upper Extremity*. Cham: Springer Nature Switzerland; 2025. p. 295-9. DOI: 10.1007/978-3-319-02767-8_491-1
144. Desrochers-Perrault F, Aubin CE, Wang X, Schwend R.M. Biomechanical analysis of iliac screw fixation in spinal deformity instrumentation. *Clin Biomech (Bristol)*. 2014;29(6):614-21. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2014.04.016.
145. Cho W, Cho S.K, Wu C. The biomechanics of pedicle screw-based instrumentation. *J Bone Joint Surg Br*. 2010;92(8):1061-5. DOI: 10.1302/0301-620X.92B8.24237.
146. Lehman Jr R.A, Polly Jr D.W, Kuklo T.R, Cunningham B, Kirk K.L, Belmont Jr P.J. Straight-forward versus anatomic trajectory technique of thoracic pedicle screw fixation: a biomechanical analysis. *Spine*. 2003;28(18):2058-65. DOI: 10.1097/01.BRS.0000087743.57439.4F.

98. McCown S.A, Weatherby P.J, Morris R.P, Panchbhavi V.K, Hagedorn J.C, Weiss W.M, et al. Preventing Iatrogenic Fibula Fractures Using the Push-Pull Technique: A Biomechanical Comparison of Unicortical Versus Bicortical Post Screws. *Orthopedics*. 2024;47(5):308-12. DOI: 10.3928/01477447-20240702-02.
99. Putzeys G. The Humeral Head Push–Pull Plate Technique: An Alternative Way to Stabilize the Humeral Head in Varus Angulated Proximal Humeral Fractures in the Elderly. *J Orthop Trauma*. 2023;37(12):e478-83. DOI: 10.1097/BOT.0000000000002604.
100. Wurm M, Schuh R, Wanivenhaus A, Windhager R, Trnka H.J. The Midfoot Fusion Bolt: A new perspective? *Orthopäde*. 2015;44(1):65-70. DOI: 10.1007/s00132-014-3057-9.
101. Wiewiorski M, Yasui T, Miska M, Frigg A, Valderrabano V. Solid bolt fixation of the medial column in Charcot midfoot arthropathy. *J Foot Ankle Surg*. 2013;52(1):88-94. DOI: 10.1053/j.jfas.2012.05.017.
102. Safavi P.S, Jupiter D.C, Panchbhavi V. A systematic review of current surgical interventions for Charcot neuroarthropathy of the midfoot. *J Foot Ankle Surg*. 2017;56(6):1249-1252. DOI: 10.1053/j.jfas.2017.06.011.
103. Mehlhorn A.T, Walther M, Ibler N, Südkamp N.P, Volz M. Complication assessment and prevention strategies using midfoot fusion bolt for medial column stabilization in Charcot's osteoarthropathy. *Foot (Edinb)*. 2016;29:36-41. DOI: 10.1016/j.foot.2016.10.005.
104. Butt D.A, Hester T, Bilal A, Edmonds M, Kavarthapu V. The medial column Synthes Midfoot Fusion Bolt is associated with unacceptable rates of failure in corrective fusion for Charcot deformity: Results from a consecutive case series. *Bone Joint J*. 2015;97-B(6):809-13. DOI: 10.1302/0301-620X.97B6.34844.
105. Mehlhorn A.T, Ugland K.I, Hörterer H, Gottschalk O, Walther M. A high-profile thread with grit-blasted and acid-etched surface reduces loosening of medial column fusion bolt in unstable Charcot foot. *Foot Ankle Surg*. 2020;26(6):637-643. DOI: 10.1016/j.fas.2019.08.004.
106. Anciano V, Barcel A, Kaiser P, Habet N, Wang S, Duemmler M, et al. Compressive Strength of Midfoot Fusion Nail vs Midfoot Fusion Bolt and Role of Subtalar Fusion in Midfoot Charcot Fixation Model. *Foot Ankle Int*. 2024;45(8):888-895. DOI: 10.1177/10711007241251816.
107. Siebachmeyer M, Boddu K, Bilal A, Hester T.W, Hardwick T, Fox T.P, et al. Outcome of one-stage correction of deformities of the ankle and hindfoot and fusion in Charcot neuroarthropathy using a retrograde intramedullary hindfoot arthrodesis nail. *Bone Joint J*. 2015;97-B(1):76-82. DOI: 10.1302/0301-620X.97B1.34542.
108. Ågren P.H. Midfoot Fusion Bolt, a New Implant, and Description of the Technique for Stabilization of Severe Midfoot Instability Including Charcot Foot Reconstruction. *Tech Orthop*. 2012;27(2):130-4. DOI: DOI: 10.1097/BTO.0b013e31825d6e16.
109. Ahluwalia R, O'dak S, Reichert I.L.H, Vas P, Edmonds M, Kavarthapu V. The Medial Column Fusion Bolt: Meta-Analysis of Its Medium Term Results. *Foot Ankle Orthop*. 2016 Aug 19;1(1):2473011416S00302. DOI:10.1177/2473011416S00302.
110. Gougoulas N, Lampridis V. Midfoot arthrodesis. *Foot Ankle Sur*. 2016;22(1):17-25. DOI: 10.1016/j.fas.2015.04.004.
111. Pope E.J, Takemoto R.C, Kummer F.J, Mroczek K.J. Midfoot fusion: a biomechanical comparison of plantar planting vs intramedullary screws. *Foot Ankle Int*. 2013 Mar;34(3):409-13. DOI: 10.1177/1071100712464210.
112. Jarrell S.E, Owen J.R, Wayne J.S, Adelaar R.S. Biomechanical comparison of screw versus plate/screw construct for talonavicular fusion. *Foot ankle int*. 2009;30(2):150-6. DOI: 10.3113/FAI-2009-0150.
113. Anciano V, Barcel D, Kaiser P, Habet N, Irwin TA, Jones III CP. Strength and Compressive Ability of Midfoot Fusion Nail vs Midfoot Fusion Bolt and Role of Subtalar Fusion. *Foot Ankle Orthop*. 2022;7(1):2473011421S00004. DOI: 10.1177/2473011421S00004.
114. Karaismailoglu B, Peiffer M, Raduan F, Hollander J.J, Knebel A, Kwon J.Y, et al. Radiological Safety Atlas of Minimally Invasive Midfoot Fusion: A Cadaver Study. *Foot Ankle Surg*. 2025;31(5):448-453. DOI: 10.1016/j.fas.2025.01.009.
115. Marks R.M, Parks B.G, Schon L.C. Midfoot fusion technique for neuroarthropathic feet: Biomechanical analysis and rationale. *Foot Ankle Int*. 1998;19(8):507-10. DOI: 10.1177/107110079801900801.
116. Lang S.D, Gilmer B.B. A Dual-Motor Drill Reduces Plunge, Simultaneously Gauges Depth, and Saves Time When Placing Orthopedic Screws. *Orthopedics*. 2020;43(5):e465-70. DOI: 10.3928/01477447-20200521-09.
117. Sadowitz P.M, Jones S.C, Beale B.S, Cross A.R, Hudson C.C. Effect of screw insertion angle and speed on the incidence of transcortical fracture development in a canine tibial diaphyseal model. *Vet Surg*. 2023 Nov;52(8):1112-20. DOI: 10.1111/vsu.14009.
118. Zdero R, MacAvelia T, Janabi-Sharifi F. Force and torque measurements of surgical drilling into whole bone. In book: *Experimental Methods in Orthopaedic Biomechanics 2017 Jan 1* (pp. 85-100). Academic Press. DOI:10.1016/B978-0-12-803802-4.00006-8.
119. Faldini C, Viroli G, Fiore M, Barile F, Manzetti M, Di Martino A, et al. Power-assisted pedicle screws placement: Is it as safe and as effective as manual technique? Narrative review of the literature and our technique. *Musculoskelet Surg*. 2021;105:117-23. DOI: 10.1007/s12306-021-00714-x.
120. Inceoglu S, Ferrara L, McLain R.F. Pedicle screw fixation strength: pullout versus insertional torque. *spine j*. 2004;4(5):513-8. DOI: 10.1016/j.spinee.2004.02.006.
121. Moldovan F, Bătagă T. Torque control during bone insertion of cortical screws. *Proced Manufact*. 2020;46:484-90. DOI:10.1016/j.promfg.2020.03.070.
122. Öktenoğlu B.T, Ferrara L.A, Andalkar N, Özer A.F, Sarioğlu A.Ç, Benzel E.C. Effects of hole preparation on screw pullout resistance and insertional torque: a biomechanical study. *J Neurosurg*. 2001;94(1 Suppl):91-6. DOI: 10.3171/spi.2001.94.1.0091.
123. Islam M.A, Kamarrudin N.S, Daud R, Mohd Noor S.N, Azmi A.I, Razlan Z.M. A review of surgical bone drilling and drill bit heat generation for implantation. *Metals*. 2022;12(11):1900. DOI: 10.3390/met12111900.
124. MacAvelia T, Salahi M, Olsen M, Crookshank M, Schemitsch E.H, Ghasemipoor A, et al. Biomechanical measurements of surgical drilling force and torque in human versus artificial femurs. *J Biomech Eng*. 2012;134(12):124503. DOI: 10.1115/1.4007953.

69. Asikainen S, Paakinaho K, Kyhkyinen A.K, Hannula M, Malin M, Ahola N, et al. Hydrolysis and drug release from poly (ethylene glycol)-modified lactone polymers with open porosity. *Eur Pol J.* 2019;113:165-75. DOI: 10.1016/j.eurpolymj.2019.01.056.
70. Ambardekar R. (2015). Controlled drug release from oriented biodegradable polymers (Doctoral dissertation, University of Bradford).
71. Yang Y, Yang Y, Hou Z, Wang T, Wu P, Shen L, et al. Comprehensive review of materials, applications, and future innovations in biodegradable esophageal stents. *Front Bioeng Biotechnol.* 2023;11:1327517. DOI: 10.3389/fbioe.2023.1327517.
72. Ghosh A, Orasugh J.T, Ray S.S, Chattopadhyay D. Integration of 3D printing–coelectrospinning: Concept shifting in biomedical applications. *ACS Omega.* 2023;8(31):28002-25. DOI: 10.1021/acsomega.3c03920.
73. Jamróz W, Szafranec J, Kurek M, Jachowicz R. 3D printing in pharmaceutical and medical applications—recent achievements and challenges. *Pharm Res.* 2018;35(9):176. 1. DOI: 10.1007/s11095-018-2454-x.
74. Dhandapani V, Saseedharan P, Groleau D, Vermette P. Overview of approval procedures for bioadhesives in the United States of America and Canada. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2022;110(4):950-66. DOI: 10.1002/jbm.b.34956.
75. King D, McGinty S. Assessing the potential of mathematical modelling in designing drug-releasing orthopaedic implants. *J Cont Rel.* 2016;239:49-61.
76. Hamza H.M, Malik M.M, Asad M, Ali S, Awan A.A. Advances in orthopedic implants: the role of nanotechnology in enhancing performance and longevity. *Regenerative Med Rep.* 2025;10:4103. DOI:10.4103/REGENMED.REGENMED-D-24-00024.
77. Quarterman J.C, Geary S.M, Salem A.K. Evolution of drug-eluting biomedical implants for sustained drug delivery. *Eur J Pharm Biopharm.* 2021;159:21-35. DOI: 10.1016/j.ejpb.2020.12.005.
78. Awadalla M, Al-Dirini M, O'Rourke D, Solomon B, Heldreth M, Rullkoetter P, et al. Influence of stems and metaphyseal sleeve on primary stability of cementless revision tibial trays used to reconstruct AORI IIB defects. *J Orthop Res.* 2019;37(5):1033-41. DOI: 10.1002/jor.24232.
79. Garlapaty A, Cook J.L, Bezold W, Schweser K. Activated nitinol compression staples are associated with favorable biomechanical properties for talonavicular arthrodesis. *J Orthop.* 2024;52:90-3. DOI: 10.1016/j.jor.2024.02.032.
80. Li S, Wang Z.H, Chang S.M. Whether or not practicing early weight-bearing makes the differences in the risk of reoperation after cephalomedullary nailing. *Injury.* 2025;56(8):112006. DOI: 10.1016/j.injury.2024.112006.
81. Wood R, Zeigler T. Provisional Reduction to Avoid the Wedge Effect and Control Rotational Deforming Force During Cephalomedullary Nail Insertion for Unstable Intertrochanteric and Basicervical Femoral Neck Fractures: A Novel Surgical Technique. *Tech Orthop.* 2024;39(3):86-89. DOI: 10.1097/BTO.0000000000000661.
82. Mahaisavariya C, Jitprapaikularn S, Mahaisavariya B, Chantarapanich N. Torsional stability of fixation methods in basicervical femoral neck fractures: a biomechanical study. *J Orthop Surg Res.* 2024;19(1):371. DOI: 10.1186/s13018-024-04842-5.
83. Jiang D, Rao X, Lu H, Liu D, Li M, Liu Y, et al. The finite element analysis study of the impact of single and double lag screw fixation on ankle fractures of different sizes. *Com Met Biom Biomed Eng.* 2024;28(4):1-10. DOI:10.1080/10255842.2024.2347483.
84. Dal Porto-Kujanpaa S.E, Sakkab R, Bagsic S.R, Puglisi L, Collins M.L, Rice B.M. Short term temporal outcomes after intramedullary fixation of lateral malleolus fractures. *J Foot Ankle Surg.* 2025;64(2):162-165. DOI: 10.1053/j.jfas.2024.09.011.
85. Nixon A.J, Auer J.A, Watkins J.P. Principles of fracture fixation. *Equine Fracture Repair.* 2019 Oct 28:127-55. DOI: 10.1002/9781119108757.ch9.
86. Hicks R.B, Glass K.G, Watkins J.P. Proximal interphalangeal locking compression plate for pastern arthrodesis in horses. *Equine Vet J.* 2022;54(4):740-9. DOI: 10.1111/evj.13476.
87. Nunamaker D.M. Orthopedic implant failure. *Equine fracture repair.* 2019 Oct 28:831-4.
88. Hazra S. Quest for better fracture reduction in Orthopaedic traumatology. In *Handbook of Orthopaedic Trauma Implantology 2023* Jul 23 (pp. 1-21). Singapore: Springer Nature Singapore.
89. Bohl D.D, Mehraban N, Foran I, Hamid K.S. Routine Fixation of Weber B Fibula Fractures with a Lateral Locking Plate and No Lag Screw. *Foot Ankle Orthop.* 2020;5(4):2473011420S00140. DOI: 10.1177/2473011420S00140.
90. Watrous G. Biomechanical comparison of the 1.5 mm locking compression plate with the 1.5 and 2.0 mm mini-cuttable plates & Effect of bone-plate distance on the biomechanical properties of the 1.5 mm locking plate (Doctoral dissertation, University of Guelph).
91. Wang W.L, Tosti R. A novel technique for correcting radial length and translation in distal radius fractures. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2018;22(3):116-9. DOI: 10.1097/BTH.0000000000000201.
92. Ju D.G, Debbi E.M, Neustein A.Z, Moon C.N. Fibular lengthening osteotomy with revision syndesmotic repair for ankle fracture malunion. *J Orthop Trauma.* 2019; 33 Suppl 1:S38-S39. DOI: 10.1097/BOT.0000000000001534.
93. Taylor K.F, Sharma J, Davisson N.A, Roush E.P, Jones C.M, Lewis G.S. Effect of metacarpal fixation configuration on strength and fracture gap displacements in a cadaveric model of externally fixed distal radius fractures. *Hand (N Y).* 2021;16(2):241-7. DOI: 10.1177/1558944719851231.
94. Barr C, Behn A.W, Yao J. Plating of metacarpal fractures with locked or nonlocked screws, a biomechanical study: how many cortices are really necessary?. *Hand (N Y).* 2013;8(4):454-9. DOI: 10.1007/s11552-013-9544-3.
95. Shibuya N, Smith R.S, Escobedo L.A, Agarwal M.R. A push-pull distraction method for arthroscopic subtalar joint arthrodesis. *J Foot Ankle Surg.* 2014;53(6):825-8. DOI: 10.1053/j.jfas.2014.03.010.
96. Alter T.H, Varghese B.B, DelPrete C.R, Katt B.M, Monica J.T. Reduction techniques in volar locking plate fixation of distal radius fractures. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2022;26(3):168-177. DOI: 10.1097/BTH.0000000000000380.
97. Woodward C, Donegan D. Operative technique: A modification of the “push-pull screw” distraction technique for obtaining fibular length. *UPOJ.* 2015;25:18-20.

41. Yammine K, Karam K, Assi C. Cortical versus cancellous screws in treating medial malleolar fractures: A systematic review of comparative clinical and biomechanical studies. *Foot (Edinb)*. 2019;40:81-6. DOI: 10.1016/j.foot.2019.05.002.
42. Fan Z, Huang Y, Su H, Jiang T. How to choose the suitable FNS specification in young patients with femoral neck fracture: a finite element analysis. *Injury*. 2021;52(8):2116-25. DOI: 10.1016/j.injury.2021.05.043.
43. Wang Z, Yin Y, Li Q, Sun G, Peng X, Yin H, et al. Comparison of early complications between the use of a cannulated screw locking plate and multiple cancellous screws in the treatment of displaced intracapsular hip fractures in young adults: a randomized controlled clinical trial. *J Orthop Surg Res*. 2018;13:1-0. DOI: 10.1186/s13018-018-0901-3.
44. Guimarães J.A.M, Rocha L.R, Rocha T.H, Bonfim D.C, da Costa R.S, dos Santos Cavalcanti A, Roesler C.R, Machado J.A, Aguiar D.P, Duarte M.E et al. Vertical femoral neck fractures in young adults: a closed fixation strategy using a transverse cancellous lag screw. *Injury*. 2017;48 Suppl 4:S10-S16. DOI: 10.1016/S0020-1383(17)30769-6.
45. Omid R, Trasolini N.A, Stone M.A, Namdari S. Principles of locking plate fixation of proximal humerus fractures *J Am Acad Orthop Surg*. 2021;29(11):e523-35. DOI: 10.5435/JAAOS-D-20-00558.
46. Musapour M, Nayebi A, Ghavanloo E. Fatigue life study of Cortical and Cancellous screws: Experimental method and critical plane models. *Eng Fail Anal*. 2024;159:108109.
47. Pal A.K, Baksi D. Biomechanics of Orthopaedic Implants Demystified. In *Handbook of Orthopaedic Trauma Implantology 2023 Nov 1* (pp. 629-668). Singapore: Springer Nature Singapore. DOI:10.1007/978-981-15-6278-5_36-1.
48. Cronier P, Pietu G, Dujardin C, Bigorre N, Ducellier F, Gerard R. The concept of locking plates. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2010;96(4):S17-36. DOI: 10.1016/j.otsr.2010.03.008.
49. Ni M, Wong D.W, Mei J, Niu W, Zhang M. Biomechanical comparison of locking plate and crossing metallic and absorbable screws fixations for intra-articular calcaneal fractures. *Sci China Life Sci*. 2016;59(9):958-64. DOI: 10.1007/s11427-016-0010-9.
50. Auer J.A. Surgical equipment and implants for fracture repair. *Equine Fracture Repair*. 2019:107-26. DOI: 10.1002/9781119431749.ch8.
51. Nienhaus M, Zderic I, Wahl D, Gueorguiev B, Rommens P.M. A locked intraosseous nail for transverse patellar fractures: a biomechanical comparison with tension band wiring through cannulated screws. *J Bone Joint Surg Am*. 2018;100(12):e83. DOI: 10.2106/JBJS.17.00272.
52. Wu P.H, Dixit A, Kiat Tan D.M, Shen L, Chee Y.H. Prospective study of surgical fixation of radial head fractures using cannulated headless compression screws for simple and complex radial head fractures. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2017;25(2):2309499017716278. DOI: 10.1177/2309499017716278.
53. Tang W, Jian Q, Dong C, Chen T, Liu B. Development and validation of a specialized system for self-tapping medical bone screw testing. *Med Eng Phys*. 2023;118:104005. DOI: 10.1016/j.medengphy.2023.104005.
54. Jamil M, Rafique S, Khan A.M, Hegab H, Mia M, Gupta M.K, et al. Comprehensive analysis on orthopedic drilling: A state-of-the-art review. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine*. 2020 Jun;234(6):537-61. DOI: 10.1177/0954411920911283.
55. Blom A, Warwick D, Whitehouse M, editors. *Apley & solomon's system of orthopaedics and trauma*. CRC press; 2017 Aug 29. DOI: 10.4324/9781315118192.
56. Han F, Zhong Z, Zhou M, Chen Q, Liu Y, Rui Y, et al. A novel technique for treating simple transverse patellar fractures using cannulated screws: a cadaveric and clinical study. *J Orthop Surg Res*. 2023;18(1):835. DOI: 10.1186/s13018-023-04309-z.
57. Lopez-Ovenza J.M, Tapia A, Duca J.I. Clinical and radiographic outcomes using standard length of cannulated screws for traditional Latarjet procedure. *JSES Int*. 2025;9(1):25-30. DOI: 10.1016/j.jseint.2024.08.202.
58. Zhang Y, Wang H, Wang T, Chen W, Zhu Y. Biomechanics of the Fracture Fixation. In book: *Frontiers in Orthopaedic Biomechanics*. 2020:301-37. DOI:10.1007/978-981-15-3159-0_12.
59. Wagner F.C, Neumann M.V, Wolf S, Jonaszik A, Izadpanah K, Platek S, et al. Biomechanical comparison of a 3.5 mm anterior locking plate to cannulated screws with anterior tension band wiring in comminuted patellar fractures. *Injury*. 2020;51(6):1281-7. DOI: 10.1016/j.injury.2020.03.030.
60. Elkin D.M, Galloway J.D, Koury K, Ni J.J, Reilly M.C, Adams M.R, et al. Patella fracture fixation with a non-locked anterior plating technique: A biomechanical study. *Injury*. 2021;52(4):686-91. DOI: 10.1016/j.injury.2020.11.040.
61. Douthit C, Blue M, Wooldridge A.N, Lierly-Chick M, Gilbert K, Grimes J. Comparison of Joint Compression and Pull-Out Strength of 6.5-mm Self-Drilling Screws with Headed and Headless in Subtalar Arthrodesis: A Pilot Study. *UNM Orthop Res J*. 2019;8(1):27.
62. Gardner A.W, Toh M.Z, Yew K.S, Lie D.T, Chou S.M. Cannulated versus non-cannulated cancellous screw fixation for femoral neck fractures: a synthetic bone biomechanical study. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2015;23(1):41-6. DOI: 10.1177/230949901502300110.
63. Galhoum A, Alrashidi Y, Herrera-Pérez M, Wiewiorski M, Miller M.B, Barg A, et al. Hindfoot Double Arthrodesis in Adults Using Cannulated Screws: How We Do It?. *Tech Foot Ank Sur*. 2022;21(2):63-9. DOI: 10.1097/BTF.0000000000000299.
64. Odekerken JC, Dirks AJ, Loontjens JA, Brans BT, Rijk LN, Arts JJ, Welting TJ, Walenkamp GH. A novel polymer-based osteoconductive drug-eluting coating for orthopaedic implants. *Orthopaedic Infections: Pre-clinical Models*. 2015:161. DOI:10.26481/dis.20150424jo
65. Ponsar H. Customizable Drug-Loaded Implants Produced via Fused Deposition Modeling (Doctoral dissertation, Dissertation, Düsseldorf, Heinrich-Heine-Universität, 2022).
66. Auer J.A, Grainger D.W. Fracture management in horses: Where have we been and where are we going?. *Vet J*. 2015 Oct 1;206(1):5-14. DOI: 10.1016/j.tvjl.2015.06.002.
67. Losic D, Aw M.S, Santos A, Gulati K, Bariana M. Titania nanotube arrays for local drug delivery: recent advances and perspectives. *Expert Opin Drug Deliv*. 2015;12(1):103-27. DOI: 10.1517/17425247.2014.945418.
68. Davachi S.M, Kaffashi B. Polylactic acid in medicine. *Pol Plast Tech Eng*. 2015;54(9): 150106043200007. DOI:10.1080/03602559.2014.979507.

13. Hallab NJ, Jacobs JJ. Orthopedic Applications. In book: *Biomaterials Science* 2020. p.1079-1118.e1. DOI:10.1016/B978-0-12-816137-1.00070-2.
14. Helm P.A, Teichman R, Hartmann S.L, Simon D. Spinal Navigation and Imaging: History, Trends, and Future. *IEEE Trans Med Imaging*. 2015;34(8):1738-46. DOI: 10.1109/TMI.2015.2391200.
15. Giannoudis P.V, Chloros G.D, Ho Y.S. A historical review and bibliometric analysis of research on fracture nonunion in the last three decades. *Int Orthop*. 2021;45(7):1663-1676. DOI: 10.1007/s00264-021-05020-6.
16. Elsayed M.D. Biomechanical factors that influence the bone-implant-interface. *Res Rep Oral Maxillofac Surg*. 2019;3(1):1-4. DOI: 10.23937/iaoms-2017/1710023.
17. Jin W, Chu P.K. Orthopedic implants. *Encyclopedia Biomed Eng*. 2019;2:425-39. DOI: 10.1016/B978-0-12-801238-3.10999-7.
18. Nekhlopochny O.S, Verbov V.V, Karpinsky M.Y, Yaresko O.V. Biomechanical evaluation of the pedicle screw insertion depth and role of cross-link in thoracolumbar junction fracture surgery: a finite element study under compressive loads. *Ukrain Neurosurg J*. 2021;27(3):25-32. DOI: 10.25305/unj.230621
19. Grzeskowiak R.M, Schumacher J, Dhar M.S, Harper D.P, Dhar M.S, Mulon P.Y, et al. Bone and cartilage interfaces with orthopedic implants: a literature review. *Front Surg*. 2020;7:601244. DOI: 10.3389/fsurg.2020.601244.
20. Xu M, Yang J, Lieberman I.H, Haddas R. Finite element method-based study of pedicle screw–bone connection in pullout test and physiological spinal loads. *Med Eng Phys*. 2019;67:11-21. DOI: 10.1016/j.medengphy.2019.03.004.
21. Bianco R.J, Arnoux P.J, Wagnac E, Mac-Thiong J.M, Aubin C.É. Minimizing pedicle screw pullout risks: a detailed biomechanical analysis of screw design and placement. *Clin Spine Surg*. 2017;30(3):E226-32. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000151.
22. Wray S, Mimran R, Vadapalli S, Shetye S.S, McGilvray K.C, Puttlitz C.M. Pedicle screw placement in the lumbar spine: effect of trajectory and screw design on acute biomechanical purchase. *J Neurosurg Spine*. 2015;22(5):503-10. DOI: 10.3171/2014.10.SPINE14205.
23. Gao X, Fraulob M, Haïat G. Biomechanical behaviours of the bone–implant interface: a review. *J R Soc Interface*. 2019;16(156):20190259. DOI: 10.1098/rsif.2019.0259.
24. Suryavanshi A, Khanna K, Sindhu K.R, Bellare J, Srivastava R. Development of bone screw using novel biodegradable composite orthopedic biomaterial: From material design to in vitro biomechanical and in vivo biocompatibility evaluation. *Biomed Mater*. 2019;14(4):045020. DOI: 10.1088/1748-605X/ab16be.
25. Liu Y, Xu J, Sun D, Luo F, Zhang Z, Dai F. Biomechanical and finite element analyses of bone cement-Injectable cannulated pedicle screw fixation in osteoporotic bone. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2016;104(5):960-7. DOI: 10.1002/jbm.b.33424.
26. Schliemann B, Seifert R, Rosslenbroich S.B, Theisen C, Wähnert D, Raschke M.J, et al. Screw augmentation reduces motion at the bone-implant interface: a biomechanical study of locking plate fixation of proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg*. 2015;24(12):1968-73. DOI: 10.1016/j.jse.2015.06.028.
27. Jain P, Rana M, Biswas J.K, Khan M.R. Biomechanics of spinal implants—a review. *Biomed Phys Eng Express*. 2020;6(4):042002. DOI: 10.1088/2057-1976/ab9dd2.
28. Innocenti B, Bori E, Armaroli F, Schlager B, Jonas R, Wilke H.J, Galbusera F. The use of computational models in orthopedic biomechanical research. In *Human orthopaedic biomechanics 2022*. pp. 681-712. Academic Press.
29. Molinari L, Falcinelli C, Gizzi A, Martino A.D. Biomechanical modeling of metal screw loadings on the human vertebra. *Acta Mechan Sin*. 2021;37:307-20.
30. Makary C, Menhall A, Zammarie C, Lombardi T, Lee S.Y, Stacchi C, et al. Primary stability optimization by using fixtures with different thread depth according to bone density: a clinical prospective study on early loaded implants. *Materials (Basel)*. 2019;12(15):2398. DOI: 10.3390/ma12152398.
31. Schaller B, Burkhard J.P.M, Chagnon M, Beck S, Imwinkelried T, Assad M. Fracture healing and bone remodeling with human standard-sized magnesium versus polylactide–co-glycolide plate and screw systems using a mini-swine model. *J Oral Maxillofac Surg*. 2018; 76(10):2138-2150. DOI: 10.1016/j.joms.2018.03.039.
32. Merolli A. Bone repair biomaterials in orthopedic surgery. In *Bone Repair Biomaterials 2019 Jan 1* (pp. 301-327). Woodhead Publishing.
33. Elkolaly M.A, Hasan H.S. MH cortical screws, a revolutionary orthodontic TADs design. *J Orthod Sci*. 2022;11(1):53. DOI: 10.4103/jos.jos_49_22.
34. Banerjee A, Biberthaler P, Shanmugasundaram S, editors. *Handbook of Orthopaedic Trauma Implantology*. Springer Nature; 2023 Oct 31.
35. Singh RP, Gupta V, Pandey PM, Mridha AR. Effect of drilling techniques on microcracks and pull-out strength of cortical screw fixed in human tibia: an in-vitro study. *Annals of Biomedical Engineering*. 2021 Jan;49(1):382-93. DOI: 10.1007/s10439-020-02565-2
36. Feng X, Lin G, Fang CX, Lu WW, Chen B, Leung FK. Bone resorption triggered by high radial stress: the mechanism of screw loosening in plate fixation of long bone fractures. *Journal of Orthopaedic Research®*. 2019 Jul;37(7):1498-507. DOI: 10.1002/jor.24286
37. Cho H.M, Choi S.M, Park J.Y, Lee Y, Bae J.H. A finite element analysis and cyclic load experiment on an additional transcortical-type hole formed around the proximal femoral nail system's distal locking screw. *BMC Musculoskelet Disord*. 2022;23(1):92. DOI: 10.1186/s12891-022-05006-4.
38. Wang R, Zhang H, Cui H, Fan Z, Xu K, Liu P, et al. Clinical effects and risk factors of far cortical locking system in the treatment of lower limb fractures. *Injury*. 2019;50(2):432-437. DOI: 10.1016/j.injury.2018.09.013.
39. Lanzetti R.M, Caraffa A, Lupariello D, Ceccarini P, Gambaracci G, Meccariello L, et al. Comparison between locked and unlocked intramedullary nails in intertrochanteric fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2018;28(4):649-58. DOI: 10.1007/s00590-018-2143-9.
40. Wu C, Deng J, Pan J, Li T, Tan L, Yuan D. Anatomical conditions and patient-specific locked navigation templates for transverse sacroiliac screw placement: a retrospective study. *J Orthop Surg Res*. 2020;15(1):260. DOI: 10.1186/s13018-020-01752-0.

The extensive classification of screws based on their design and function highlights the level of customization available to orthopedic surgeons, allowing for precise and efficient fracture stabilization across various anatomical regions. The ongoing developments in screw technology, particularly in the fields of bioabsorbable materials, smart implants, and drug-releasing mechanisms, reflect a growing emphasis on patient-specific solutions and enhanced clinical outcomes.

Despite the significant strides made in improving orthopedic screw performance, several challenges remain. Issues such as screw loosening, infection, improper fixation, and implant-related complications continue to impact patient recovery and long-term success rates.

The integration of advanced materials, such as magnesium and hybrid polymer composites, alongside innovative fixation techniques, is expected to mitigate these challenges. Furthermore, the adoption of digital technologies, including intraoperative navigation and robotic-assisted surgery, is revolutionizing the precision of screw placement and optimizing biomechanical stability.

The future of orthopedic screw technology is centered around achieving greater biocompatibility, enhanced mechanical properties, and the ability to provide real-time feedback on bone healing. As the field moves toward patient-specific implant solutions and personalized medicine, the role of 3D printing and computational modeling will become increasingly prominent in the design and manufacturing of orthopedic screws. Additionally, continued research into minimally invasive surgical techniques will help reduce complications associated with open surgeries and expedite recovery times for patients.

In conclusion, the evolution of orthopedic screws is a testament to the continuous efforts in medical engineering and surgical innovation.

By addressing current challenges and leveraging emerging technologies, the next generation of orthopedic screws will not only improve fixation stability but also contribute to better patient outcomes through enhanced integration, reduced risk factors, and increased longevity.

The field remains dynamic, and with ongoing research and collaboration among multidisciplinary teams, orthopedic fixation is expected to reach new heights in safety, efficacy, and functionality.

Acknowledgement

The authors would like to thank the Clinical Research Development Unit of Imam Khomeini Hospital, Mazandaran University of Medical Science Sari, Iran for their support cooperation and assistance throughout the period of study.

References

1. Zan R, Shen S, Huang Y, Yu H, Liu Y, Shi Yang, et al. Research hotspots and trends of biodegradable magnesium and its alloys. *Smart Mater Med.* 2023;4(1): 468-479. <https://doi.org/10.1016/j.smam.2023.01.002>.
2. Li Y, Felländer-Tsai L. The bone-anchored prostheses for amputees—Historical development, current status, and future aspects. *Biomaterials.* 2021 273:120836. DOI: 10.1016/j.biomaterials.2021.120836.
3. Meng M, Wang J, Huang H, Liu X, Zhang J, Li Z. 3D printing metal implants in orthopedic surgery: Methods, applications, and future prospects. *J Orthop Translat.* 2023;42:94-112. DOI: 10.1016/j.jot.2023.08.004
4. Tao L, Zhou S, Tao Z, Wen K, Da W, Meng Y. The publication trends and hot spots of scoliosis research from 2009 to 2018: a 10-year bibliometric analysis. *Ann Transl Med.* 2020;8(6):365. DOI: 10.21037/atm.2020.02.67.
5. Kubicek J, Tomanec F, Cerny M, Vilimek D, Kalova M, Oczka D. Recent trends, technical concepts, and components of computer-assisted orthopedic surgery systems. *Sensors.* 2019;19(23):5199. DOI: 10.3390/s19235199
6. Wang J.L, Xu J.K, Hopkins C, Chow D.H.K, Qin L. Biodegradable magnesium-based implants in orthopedics—a general review and perspectives. *Adv Sci (Weinh).* 2020;7(8):1902443. DOI: 10.1002/advs.201902443.
7. Vaishya R, Patralekh M.K, Vaish A, Agarwal A.K, Vijay V. Publication trends and knowledge mapping in 3D printing in orthopaedics. *J Clin Orthop Trauma.* 2018;9(3):194-201. DOI: 10.1016/j.jcot.2018.07.006.
8. Singh V, Mahajan R, Das K, Chhabra H.S, Rustagi T. Surgical Trend Analysis for Use of Cement Augmented Pedicle Screws in Osteoporosis of Spine: A Systematic Review (2000-2017). *Global Spine J.* 2019;9(7):783-795. DOI: 10.1177/2192568218801570.
9. Agarwal R, Gupta V, Singh J. Additive manufacturing-based design approaches and challenges for orthopedic bone screws: A state-of-the-art review. *J Braz Soc Mech Sci Eng.* 2022;44(12):3102.
10. Szczęsny G, Kopec M, Politis D.J, Kowalewski Z.L, Łazarski A, Szolc T. A review on biomaterials for orthopedic surgery and traumatology: From past to present. *Materials (Basel).* 2022;15(10):3622. DOI: 10.3390/ma15103622
11. Joskowicz L, Hazan EJ. Computer-aided orthopedic surgery: Incremental shift or paradigm change?. *Adv Exp Med Biol.* 2018;1093:21-30. doi: 10.1007/978-981-13-1396-7_2.
12. Ścibior A, Pietrzyk Ł, Plewa Z, Skiba A. Vanadium: Risks and possible benefits in the light of a comprehensive overview of its pharmacotoxicological mechanisms and multi-applications with a summary of further research trends. *J Trace Elem Med Biol.* 2020;61:126508. DOI: 10.1016/j.jtemb.2020.126508.

without the need for multiple locking screws⁽¹⁴⁰⁾. Additionally, biomechanical evaluations suggest that hybrid constructs, combining intramedullary screws with external fixation, can improve outcomes in complex fractures where conventional methods are insufficient⁽¹⁴¹⁾.

Extramedullary Techniques

Extramedullary fixation methods, such as plating and external fixation, are used when direct mechanical support is required without disturbing the medullary canal. These techniques are particularly effective in periarticular fractures, where intramedullary nails may not provide adequate fixation due to anatomical constraints⁽¹⁴²⁾. Locking plates, which allow for fixed-angle screw insertion, have become the gold standard for complex fractures, providing superior resistance to shear and torsional forces⁽¹⁴³⁾.

Biomechanical studies indicate that dual plating techniques, where two plates are applied at different angles, provide greater stability than single-plate constructs, especially in distal femoral fractures⁽¹⁴⁴⁾. Another innovation in extramedullary fixation is the use of variable-angle locking plates, which allow surgeons to customize screw trajectories based on patient-specific anatomy⁽¹⁴⁵⁾. Although extramedullary fixation provides strong mechanical support, potential drawbacks include increased surgical exposure, soft tissue irritation, and higher infection risk compared to intramedullary techniques⁽¹⁴⁶⁾.

Future Directions

The future of orthopedic screw technology is set to witness significant advancements driven by material innovations, biomechanical optimizations, and the integration of smart monitoring systems. One of the key directions in orthopedic screw development is the enhancement of bioabsorbable materials. Current bioabsorbable screws degrade at fixed rates, which may not always align with the healing process of the bone. Future research aims to develop bioadaptive materials that can modulate their degradation rate based on the physiological state of the surrounding bone tissue.

These innovations will help reduce complications related to premature degradation or prolonged presence of implants in the body, which can interfere with natural bone remodeling processes. Another major direction in orthopedic screw evolution involves the refinement of biomechanical properties.

Current screws often suffer from issues such as inadequate pullout strength or suboptimal load distribution, leading to implant failure or prolonged healing times. Future screw designs will likely incorporate surface modifications, nanotechnology coatings, and advanced thread geometries to enhance osseointegration and minimize stress shielding. The development of variable-angle screws with increased customization capabilities will also provide better adaptability to diverse anatomical structures, particularly in complex fracture fixations. In addition to material and mechanical innovations, the incorporation of smart implants equipped with real-time monitoring capabilities is set to transform orthopedic surgery. Smart screws embedded with micro-sensors can provide valuable data on bone healing progression, implant stability, and mechanical loads experienced by the implant. Such technologies can enable early detection of complications such as screw loosening, infection, or delayed union, allowing for timely intervention and improved patient outcomes.

Furthermore, the application of artificial intelligence and machine learning in orthopedic surgery is expected to enhance the precision of screw placement through automated preoperative planning and intraoperative guidance.

As research continues to evolve, interdisciplinary collaboration among materials scientists, biomedical engineers, and orthopedic surgeons will play a critical role in translating laboratory innovations into clinical applications. Future orthopedic screws will not only offer superior mechanical performance but also provide a more dynamic and interactive role in patient recovery, minimizing the need for revision surgeries and enhancing overall surgical success rates. While the challenges in achieving these innovations remain considerable, the rapid advancements in biomaterials, computational modeling, and implant design suggest that the future of orthopedic fixation is poised for transformative breakthroughs.

Conclusion

Orthopedic screws have been a fundamental component of fracture fixation and reconstructive surgeries for decades, and their evolution has been shaped by advancements in biomaterials, biomechanical understanding, and surgical techniques.

Screw type	Cortex screw	Cortex screw	Cancellous bone screw, partial thread	Cancellous bone screw	Cortex screw	Cancellous bone screw, short thread	Cancellous bone screw, long thread	Cancellous bone screw, full thread
Screw size, mm	2.7	3.5	4.0	4.0	4.5	6.5	6.5	6.5
Drill bit for gliding hole, mm	2.7	3.5	—	—	4.5	4.5	4.5	4.5
Drill bit for pilot hole, mm	2.0	2.5	2.5	2.5	3.2	3.2	3.2	3.2
Tap size, mm	2.7	3.5	4.0	4.0	4.5	6.5	6.5	6.5

Figure 19: Drill Size Based on Screw Size. Image Source: AO Surgery Reference, <https://surgeryreference.aofoundation.org>

Torque control is particularly important in osteoporotic patients, where lower bone density reduces the screw's ability to grip the bone effectively⁽¹²⁷⁾. To address this, torque-limiting devices have been developed to prevent over-tightening, ensuring consistent screw engagement while minimizing the risk of implant failure⁽¹²⁸⁾. Additionally, cement augmentation techniques can be used in cases of poor bone quality to enhance fixation strength by increasing screw-bone contact area⁽¹²⁹⁾. Some modern orthopedic screws are designed with built-in torque indicators, allowing surgeons to precisely control insertion force and reduce the incidence of biomechanical failure⁽¹³⁰⁾.

Insertion Techniques

Screw insertion techniques vary depending on the type of screw used and the anatomical location of the implant. The traditional hand-driven insertion method provides tactile feedback to the surgeon, allowing for precise control over torque application and depth⁽¹³¹⁾. However, power-assisted screwdrivers are increasingly used for faster and more consistent insertion, particularly in procedures requiring multiple screws⁽¹³²⁾. A study comparing manual versus power-driven insertion found that power tools reduce intraoperative time but may increase the risk of over-tightening if not properly controlled⁽¹³³⁾. Another key consideration is the trajectory of screw insertion. Orthopedic screws should be placed perpendicular to the fracture plane to maximize

compression and stability⁽¹³⁴⁾. In cases where angulated insertion is required, preoperative planning with computer navigation systems can enhance accuracy and prevent malpositioning⁽¹³⁵⁾. Cannulated screws, commonly used for minimally invasive procedures, require precise guidewire placement before final insertion to ensure optimal alignment⁽¹³⁴⁾. In spinal surgery, robotic-assisted insertion techniques have been introduced to improve screw accuracy and reduce the risk of neural or vascular injury⁽¹³⁶⁾.

Fixation Methods

Intramedullary Approach

Intramedullary fixation involves placing screws or nails within the medullary cavity of long bones to provide internal support while minimizing disruption to the periosteal blood supply. This method is commonly used in femoral and tibial fractures, where it offers superior biomechanical stability compared to plate fixation⁽¹³⁷⁾.

Studies have shown that intramedullary screws distribute load more evenly along the bone axis, reducing stress concentrations and lowering the risk of implant failure⁽¹³⁸⁾. However, precise insertion technique is critical, as malalignment can lead to rotational instability and delayed healing⁽¹³⁹⁾. Recent advancements in intramedullary fixation include the development of expandable nails that conform to the medullary canal, providing enhanced stability

Interlocking Screws

Interlocking screws are an integral component of intramedullary nailing systems, providing longitudinal and rotational stability to fracture sites. These screws are commonly used in long bone fractures to prevent axial displacement and enhance overall implant strength⁽¹¹²⁾ (Figure 18).

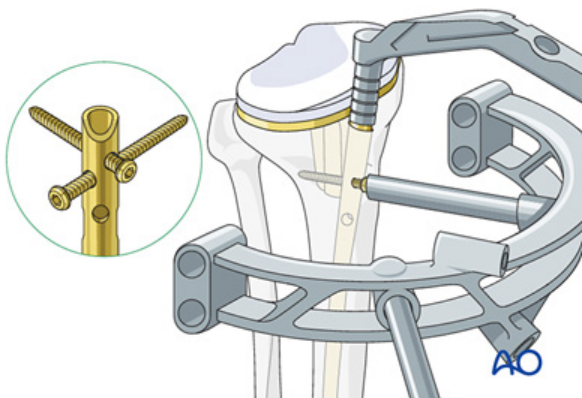


Figure 18: Interlocking screw. Image Source: AO Surgery Reference, <https://surgeryreference.aofoundation.org>

The primary function of interlocking screws is to secure an intramedullary nail within the bone, preventing excessive motion and implant migration. This locking mechanism ensures rigid fixation, which is crucial for successful bone healing in high-load-bearing fractures such as those of the femur, tibia, and humerus⁽¹¹³⁾.

Studies have shown that interlocking screws enhance resistance to axial loads, reducing the risk of implant failure and malunion. Their ability to distribute mechanical stress across the bone minimizes stress shielding, a common issue in orthopedic surgery where bone resorption occurs due to uneven load transfer. Innovations in titanium alloy screws have further improved biomechanical performance, making them a preferred choice in modern orthopedic trauma management⁽¹¹⁴⁾.

Interlocking screws are widely used in femoral, tibial, and humeral fractures, particularly in cases where intramedullary nailing alone is insufficient to maintain alignment.

By providing additional stability, these screws contribute to faster rehabilitation, reduced pain, and lower complication rates. Clinical studies indicate that patients treated with interlocking screws experience better functional recovery, emphasizing

their critical role in orthopedic fixation techniques⁽¹¹⁵⁾.

Technical Considerations

Drill Bit Selection and Usage

Drill bit selection is a critical factor in orthopedic surgery, influencing both the precision of screw placement and the mechanical stability of the fixation construct. The diameter, length, and material composition of the drill bit must be carefully chosen based on the type of bone (cortical or cancellous) and the specific surgical application⁽¹¹⁶⁾. Studies indicate that high-speed drilling generates excessive heat, which can lead to thermal necrosis, compromising bone integrity and healing outcomes⁽¹¹⁷⁾. In contrast, low-speed drilling with adequate irrigation minimizes heat generation, reducing the risk of osteonecrosis and improving screw purchase⁽¹¹⁸⁾. The geometry of the drill bit, including flute design and tip angle, also affects the efficiency of bone removal and insertion torque during screw placement⁽¹¹⁹⁾. Another essential factor is the use of pilot holes, which help in precise screw placement and minimize stress fractures around the drilled area⁽¹²⁰⁾. Pre-drilled holes reduce insertion torque and prevent excessive bone compression, which is particularly relevant for self-tapping screws⁽¹²¹⁾. Furthermore, using sharp, well-maintained drill bits enhances the accuracy of insertion and decreases mechanical resistance, thereby improving the long-term success of orthopedic implants⁽¹²²⁾. A comparative study of various drill bit types found that carbide-tipped drill bits produce less heat and are more durable than standard stainless steel drill bits, making them the preferred choice for repeated surgical use⁽¹²³⁾ (Figure 19).

Torque Management Principles

Proper torque application is essential for achieving stable fixation while avoiding complications such as screw loosening or stripping of bone threads. Torque refers to the rotational force applied during screw insertion, which determines the stability of the bone-implant interface⁽¹²⁴⁾. Studies show that optimal insertion torque should be within 70-80% of the maximum pullout strength to achieve adequate fixation without compromising bone integrity⁽¹²⁵⁾. Excessive torque can cause microfractures or stripping of the bone threads, whereas insufficient torque may result in implant instability and failure⁽¹²⁶⁾.

loading, which contributes to improved patient outcomes and shorter recovery periods. Clinical trials have also reported a significantly lower rate of implant-related complications, making the Midfoot Fusion Bolt an effective solution for midfoot reconstruction surgeries⁽¹⁰³⁾.

Positional Screws

Positional screws are widely utilized in orthopedic surgery for applications where bone-to-bone compression is not required. Unlike lag screws, which actively create interfragmentary compression, positional screws maintain structural integrity by ensuring firm bone alignment without exerting excessive compressive forces⁽¹⁰⁴⁾.

The primary function of positional screws is to maintain the spatial relationship between two bone fragments while preventing undesired displacement. This is particularly useful in cases where bone segments need to be held in place without compression, such as in syndesmotic fixation, osteotomy stabilization, and joint fusions.

The ability to securely hold bone fragments together while avoiding excessive compression is particularly beneficial in complex fractures and osteotomies, where improper load distribution could lead to implant failure⁽¹⁰⁵⁾ (Figure 17).

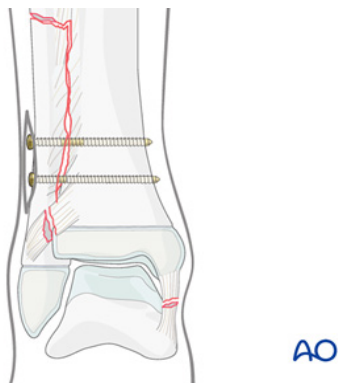


Figure 17: Positional screw. Image Source: AO Surgery Reference, <https://surgeryreference.aofoundation.org>

When using positional screws, precise drilling and screw selection are essential to prevent complications such as screw pullout or cortical damage.

Surgeons must carefully assess the bone density and mechanical stability before deciding the appropriate screw length and diameter. Positional screws require pre-drilled pilot holes to ensure accurate positioning, and it is crucial to ensure bi-cortical engagement for

maximum stability. Intraoperative fluoroscopy is often used to verify correct screw placement, reducing the risk of malpositioning and implant failure⁽¹⁰⁶⁾.

The most common applications of positional screws include syndesmotic fixation, osteotomy stabilization, and securing bone grafts.

These screws are particularly useful in ankle, wrist, and elbow surgeries, where maintaining anatomical bone relationships is critical for functional recovery. Recent studies have emphasized the importance of using positional screws in non-compressive joint fusions, as they provide stability without interfering with natural healing processes⁽¹⁰⁷⁾.

Polar Screws

Polar screws are primarily used as blocking screws in intramedullary nailing, where they function to prevent malalignment and enhance the stability of the intramedullary implant. These screws are particularly effective in cases where short-segment fractures require additional stabilization to counteract rotational or axial displacement⁽¹⁰⁸⁾.

Polar screws are typically inserted adjacent to an intramedullary nail, where they act as a mechanical block that prevents excessive motion of the nail within the medullary canal. This technique is especially beneficial in proximal or distal fractures of long bones, where the nail alone may not provide sufficient rotational control. By reducing the risk of malalignment, polar screws significantly enhance post-operative stability and fracture healing⁽¹⁰⁹⁾.

The placement of polar screws ensures precise control of alignment, particularly in cases of metaphyseal fractures, where the potential for rotational deformity is high. By restricting micromotion, these screws contribute to early bone healing and reduce complications associated with implant loosening. Polar screws are often placed under fluoroscopic guidance, allowing the surgeon to achieve optimal positioning while minimizing surgical trauma⁽¹¹⁰⁾.

For optimal biomechanical function, polar screws must be positioned strategically around the intramedullary nail to counteract forces in all directions. Proper cortical engagement and screw angulation are critical to maximizing fixation strength and avoiding implant failure. Recent research has demonstrated that placing polar screws at specific anatomical locations can significantly improve load distribution, thereby reducing implant-related complications⁽¹¹¹⁾.

Push-Pull Screws

Push-pull screws are utilized as reduction tools in complex fractures, particularly for achieving anatomical alignment before definitive fixation⁽⁹⁵⁾. The reduction technique involves inserting the push-pull screw into a fractured bone segment, applying controlled traction, and subsequently securing the fracture with plate or nail fixation⁽⁹⁶⁾.

These screws play a critical role in length restoration following long bone fractures, including femoral shaft fractures and tibial malunions⁽⁹⁷⁾. Application methods vary depending on the fracture type; however, recent advancements in guided reduction tools and push-pull devices have improved precision and reduced complications related to malalignment⁽⁹⁸⁾. Clinical trials have demonstrated that push-pull screw-assisted reduction leads to enhanced post-operative alignment and reduced revision surgery rates in high-impact fractures⁽⁹⁹⁾ (Figure 15).

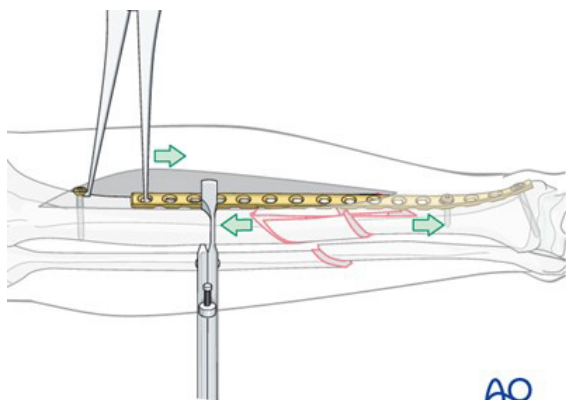


Figure 15: Push-pull screw. Image Source: AO Surgery Reference, <https://surgeryreference.aofoundation.org>

Midfoot Fusion Bolt

The Midfoot Fusion Bolt (MFB) is an advanced intramedullary fixation device developed to provide rigid stabilization for midfoot arthrodesis, especially in patients suffering from severe deformities, neuropathic conditions, or midfoot collapse⁽¹⁰⁰⁾. Traditional fixation methods, including plates and screws, have been associated with complications such as hardware failure, inadequate load distribution, and stress shielding. The Midfoot Fusion Bolt aims to overcome these limitations by offering strong intramedullary support while reducing soft tissue disruption and ensuring optimal weight-bearing properties.

The MFB is typically composed of titanium or stainless steel and features a solid or cannulated design that allows for optimal bone purchase and stability.

It is available in different diameters and lengths, depending on the anatomical requirements of the patient. The bolt is designed with threaded and non-threaded sections, which enhance osseointegration and load distribution across the fusion site. Some models incorporate variable-angle locking features, which allow customized positioning and provide enhanced stability in complex midfoot fusion cases⁽¹⁰¹⁾ (Figure 16).



Figure 16: Midfoot Fusion Bolt (MFB) screw. Image Source: AO Surgery Reference, <https://surgeryreference.aofoundation.org>

The primary application of the Midfoot Fusion Bolt is in Charcot neuroarthropathy, Lisfranc injuries, and midfoot arthritis, where conventional fixation techniques may fail to provide adequate mechanical stability. The MFB can be implanted using either an open or percutaneous approach, with the percutaneous method reducing surgical trauma and minimizing infection risks.

Studies have demonstrated that intramedullary fusion techniques using the Midfoot Fusion Bolt lead to higher rates of fusion success compared to traditional plating techniques⁽¹⁰²⁾.

Several biomechanical and clinical studies have evaluated the efficacy of the Midfoot Fusion Bolt in providing superior stability, improved load distribution, and reduced implant failure rates. Compared to standard plates and screws, the MFB has shown higher resistance to shear and axial

non-unions. Headless lag screws, such as Herbert screws, are preferred in articular surfaces to minimize implant prominence^(82, 83).

Clinical studies have demonstrated that lag screw fixation significantly improves fracture stability and reduces healing time compared to non-compression techniques. However, complications such as screw pullout, cortical cracking, and implant breakage are reported in cases of poor surgical technique or osteoporosis. Advancements in titanium and bioabsorbable lag screws aim to improve mechanical longevity and biological integration^(84, 53).

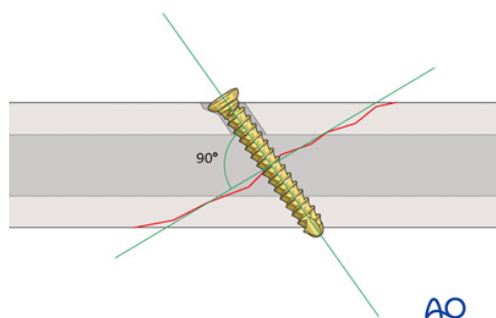


Figure 12: Lag screw. Image Source: AO Surgery Reference, <https://surgeryreference.aofoundation.org>

Compression Screws

Compression screws function based on dynamic compression principles, where the design and biomechanical properties allow controlled interfragmentary compression during fracture healing⁽⁸⁵⁾.

These screws are commonly used in fracture fixation, particularly in cancellous bone, due to their ability to promote primary bone healing without excessive stress shielding⁽⁸⁶⁾ (Figure 13). The technical considerations of compression screws include the need for proper placement and torque application to avoid over-compression, which can lead to bone necrosis or implant failure⁽⁸⁷⁾.

Studies have demonstrated that locking compression screws offer enhanced biomechanical stability compared to non-locking designs, particularly in osteoporotic bone⁽⁸⁸⁾.

In clinical usage, these screws are widely applied in the fixation of ankle fractures, proximal femoral fractures, and scaphoid fractures, with research supporting improved functional outcomes and reduced nonunion rates⁽⁸⁹⁾

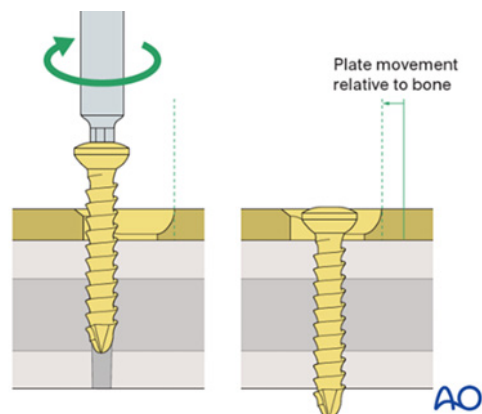


Figure 13: Compression screw. Image Source: AO Surgery Reference, <https://surgeryreference.aofoundation.org>

Cortex Screws

Cortex screws are designed to provide rigid fixation in cortical bone, with a narrow pitch and a smaller thread profile that enhances engagement with the dense outer cortical structure⁽⁹⁰⁾. The design features of cortex screws include a fully threaded shaft, ensuring strong hold and resistance to loosening under load-bearing conditions⁽⁹¹⁾. These screws are frequently used for small fragment fixation, particularly in fractures involving the distal radius, metacarpals, and foot bones⁽⁹²⁾. Clinical indications for cortex screws include their use in fracture compression, plating constructs, and syndesmotic stabilization in the ankle joint⁽⁹³⁾. Recent biomechanical studies suggest that dual cortical screw fixation offers superior rotational stability compared to single screw constructs in treating distal fibular fractures⁽⁹⁴⁾ (Figure 14).



Figure 14: Cortex screw. Image Source: AO Surgery Reference, <https://surgeryreference.aofoundation.org>

for secondary removal surgery, reducing patient morbidity and healthcare costs.

The primary materials used for bioabsorbable screws include poly-L-lactic acid (PLLA), polyglycolic acid (PGA), poly-DL-lactic-co-glycolic acid (PLGA), and magnesium-based alloys. These polymers are chosen based on their mechanical properties, degradation rates, and biocompatibility. PLLA offers high mechanical strength but a slow degradation rate, while PGA has faster degradation but lower strength. Recent studies also explore magnesium-based bioabsorbable screws, which promote osseointegration and bone regeneration^(64, 65).

The degradation of bioabsorbable screws depends on hydrolysis and enzymatic activity, leading to a gradual loss of mechanical integrity and eventual resorption into the body. The degradation rate varies with polymer composition, molecular weight, crystallinity, and implant environment. Magnesium-based screws degrade via oxidation and dissolution, with hydrogen gas evolution being a potential side effect. Researchers have been exploring surface coatings and alloying elements such as calcium and zinc to control degradation rates and enhance biocompatibility^(66, 67).

Bioabsorbable screws are extensively used in fracture fixation, ligament reconstruction, and osteotomy stabilization. They have been widely applied in anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction, maxillofacial surgeries, and pediatric orthopedics. One of the main advantages is their ability to eliminate implant-related complications such as migration, stress shielding, and implant failure, which are common with permanent metallic implants^(68, 69). Clinical studies indicate that bioabsorbable screws provide comparable fixation strength to metal screws, with satisfactory fracture healing rates. However, complications such as inflammatory reactions, foreign body responses, and cystic formations have been reported in some cases. Innovations in polymer chemistry and composite materials, such as PLGA reinforced with hydroxyapatite, aim to improve mechanical strength and biological safety^(70, 71).

Drug-Releasing Screws

Drug-releasing screws represent an advanced orthopedic technology designed to deliver therapeutic agents locally at the site of implantation. These screws aim to reduce infection rates, enhance bone healing, and mitigate inflammation.

The integration of drug-eluting technology into orthopedic screws involves polymer coatings, porous structures, and nano-encapsulation techniques. Drugs such as antibiotics (gentamicin, vancomycin), growth factors (BMP-2), and anti-inflammatory agents are incorporated into the screw matrix or surface coatings for controlled and sustained release^(72, 73).

Drug-releasing screws are primarily used in trauma, revision surgeries, and joint arthroplasty to prevent post-operative infections and improve osseointegration. In infected fracture fixations, antibiotic-loaded screws have demonstrated a significant reduction in bacterial colonization and improved patient outcomes. Growth factor-releasing screws are gaining attention for their role in accelerating bone healing and reducing non-union rates^(74, 75).

Recent clinical trials have reported positive outcomes with antibiotic-releasing screws, demonstrating a 50% reduction in deep infection rates in high-risk patients. However, the efficacy of growth factor-releasing screws remains under investigation, with ongoing studies exploring their long-term impact on bone remodeling. Challenges such as drug stability, burst release, and regulatory approvals remain barriers to widespread clinical adoption^(76, 77).

Function-Based Classification

Orthopedic screws can also be classified based on their functional role in fracture fixation and joint stabilization.

Lag Screws

Lag screws are mechanically designed to create interfragmentary compression, which enhances bone healing by reducing motion at the fracture site.

The lag screw principle is based on differential thread engagement, where the near cortex is overdrilled, allowing the screw to pull the fracture fragments together. This technique increases primary stability and facilitates early mobilization^(78, 79) (Figure 12).

Proper lag screw placement requires precise drilling, countersinking, and torque application. The drill hole size, insertion angle, and tightening force influence the compressive force generated across the fracture. Inadequate countersinking or excessive tightening may lead to cortical damage or screw failure^(80, 81).

Lag screws are widely used in long bone fractures (humerus, femur, tibia), periarticular fractures, and pelvic ring injuries. They are commonly employed in ankle fractures, radial head fractures, and scaphoid

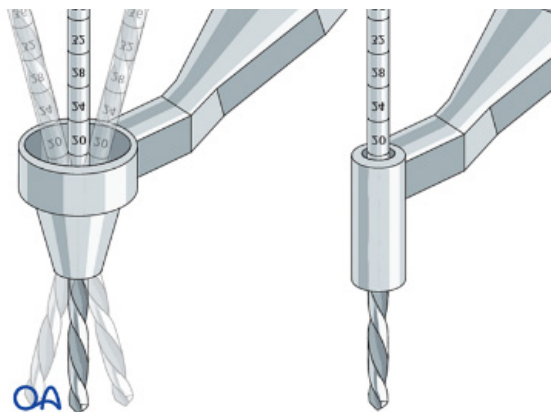


Figure 9: Variable Angle Locking Screws. Image Source: AO Surgery Reference, <https://surgeryreference.aofoundation.org>

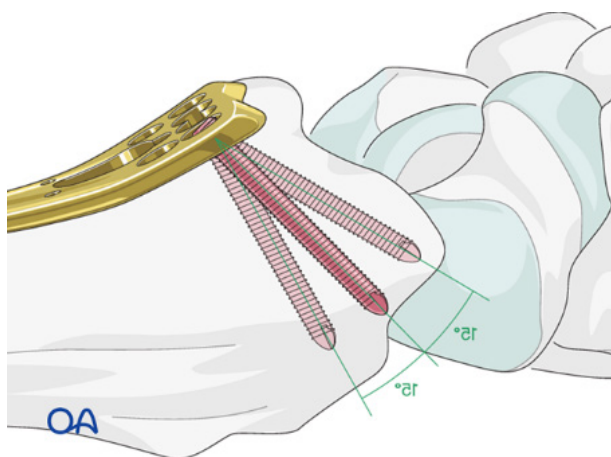


Figure 10: Variable Angle Locking Screws. Image Source: AO Surgery Reference, <https://surgeryreference.aofoundation.org>

Cannulated Screws

Cannulated screws are designed with a hollow central shaft, allowing them to be guided over a thin metallic wire (guide wire) for precise placement. This design enhances surgical accuracy and minimizes trauma, particularly in minimally invasive and percutaneous procedures^(55,56) (Figure 11).

The design features of cannulated screws include a threaded outer surface and a central hollow core, enabling insertion over a guidewire while maintaining a strong bone hold. They are available in fully threaded and partially threaded configurations, with partially threaded screws providing compression across fracture sites⁽⁵⁷⁾. The guide wire technology ensures optimal screw trajectory, reducing the risk of malalignment during insertion, particularly in complex anatomical regions such as the femoral neck, ankle, and scaphoid bones⁽⁵⁸⁾.

The percutaneous applications of cannulated screws are valuable in treating fractures with minimal soft tissue disruption, reducing post-operative pain and recovery time. Their use is widespread in hip fractures, foot and ankle injuries, and scaphoid fractures, where precision and minimal exposure are essential for bone healing⁽⁵⁹⁾. Surgical considerations involve careful guidewire placement before definitive screw insertion to prevent misalignment or screw migration. Furthermore, biomechanical studies suggest that cannulated screws with larger core diameters provide greater strength, reducing the risk of failure in weight-bearing applications⁽⁶⁰⁾.



Figure 11: Cannulated Screws. Image Source: AO Surgery Reference, <https://surgeryreference.aofoundation.org>

Self-Drilling Screws

Self-drilling screws eliminate the need for pre-drilling, streamlining the implantation process and reducing surgical steps. Their cutting features include sharp, fluted tips, which allow the screws to penetrate bone without the need for a separate drill bit, making them ideal for rapid fixation in trauma settings⁽⁶¹⁾.

The installation technique for self-drilling screws involves direct insertion using rotational torque, allowing them to tap their own pathway into bone. This feature is particularly useful in percutaneous fixation, spinal surgery, and small fragment fracture management, as it eliminates additional bone drilling and preserves bone stock⁽⁶²⁾. Usage guidelines emphasize careful torque control, as excessive force during insertion can cause bone splitting or thermal necrosis⁽⁶³⁾.

Self-drilling screws are widely used in hand and foot surgeries, as well as vertebral stabilization, where precision and minimal drilling trauma are critical. They are especially beneficial in osteoporotic bone, where excessive drilling can lead to structural weakening and potential fixation failure⁽⁴⁹⁾.

Bioabsorbable Screws

Bioabsorbable screws have emerged as a promising alternative to traditional metallic implants, particularly in orthopedic surgeries requiring temporary fixation. These screws eliminate the need

plates. Unlike conventional screws, which rely on friction between the plate and bone, locking screws thread directly into the plate, forming a rigid construct that prevents micromotion⁽⁴⁶⁾.

The thread pattern specifics of locking screws feature self-tapping, self-drilling, and unicortical or bicortical configurations, allowing for customized fixation based on anatomical requirements. Their primary advantage is the ability to minimize screw toggle, reducing the risk of implant failure in unstable fractures⁽⁴⁷⁾.

The fixation mechanics of locking screws depend on their ability to secure both the screw-plate and screw-bone interfaces simultaneously.

This dual fixation enhances construct rigidity, making them suitable for complex fractures, periprosthetic fractures, and osteoporotic bone stabilization⁽⁴⁸⁾. The clinical indications for locking screws include fractures requiring absolute stability, osteoporotic bone fixation, and polytrauma cases where early weight-bearing is needed.

Locking screws are widely used in proximal humeral fractures, distal femoral fractures, and periarticular injuries, where they help reduce implant-related complications⁽⁴⁹⁾ (Figure 6).

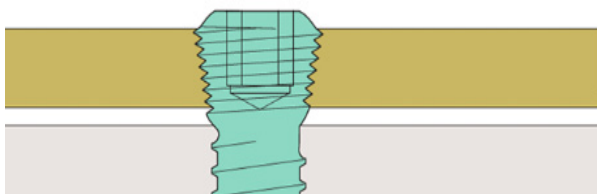


Figure 6: Locking Screws. Image Source: AO Surgery Reference, <https://surgeryreference.aofoundation.org>

Standard Locking Screws

In standard locking screws, the design mechanism includes a threaded screw head that locks into the plate hole, preventing micromotion between the plate and the screw (Figure 7).

This feature provides angular stability and reduces the need for absolute compression between the screw and bone⁽⁴⁷⁾.

The integration of the screw with the plate allows them to function as a single structural unit, effectively distributing load and minimizing the risk of implant failure, particularly in fractures involving weakened bone⁽⁵⁰⁾.

The fixation stability in osteoporotic patients is enhanced, as the locking mechanism maintains a rigid structure and reduces the likelihood of screw loosening and implant failure⁽⁵¹⁾.

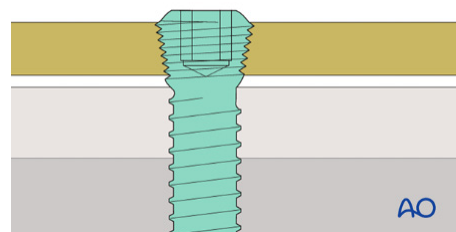


Figure 7: Standard Locking Screws. Image Source: AO Surgery Reference, <https://surgeryreference.aofoundation.org>

Variable-Angle Locking Screws

Variable-angle locking screws offer a range of entry angles, enabling surgeons to optimize fixation points based on fracture geometry.

Unlike standard locking screws, which are positioned at a predetermined angle, variable-angle screws can be inserted at angles of up to 15 degrees, providing greater flexibility in complex fractures⁽⁵²⁾.

Technical considerations include the use of precise drilling guides and angle control to ensure proper screw locking, as incorrect angles can compromise fixation stability⁽⁵³⁾.

The clinical applications of variable-angle screws are particularly beneficial in periarticular fractures, distal radius fractures, and tibial plateau reconstructions, where multidirectional fixation is necessary⁽⁵⁴⁾ (Figure 8-10).

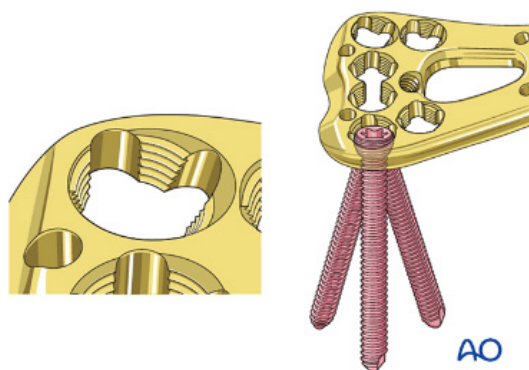


Figure 8: Variable Angle Locking Screws. Image Source: AO Surgery Reference, <https://surgeryreference.aofoundation.org>

often used in long bone fracture management, spinal fixation, and joint fusion procedures. Their primary function is to provide rigid stabilization in cortical bone environments, ensuring minimal micromotion that could interfere with bone healing⁽³⁷⁾. Despite their advantages, cortical screws have certain limitations. They are less effective in osteoporotic bone due to the reduced bone density, which diminishes screw purchase. Additionally, they may require higher insertion torque, increasing the risk of bone microfractures and screw stripping during application⁽³⁸⁾.

Cancellous Screws

Cancellous screws are designed to engage with spongy bone, which is typically found in the epiphyseal regions of long bones and the vertebrae. Their thread depth is greater, allowing them to anchor more effectively in porous bone, and their wider thread spacing facilitates greater bone purchase in cancellous structures⁽³⁹⁾.

Partial Thread Cancellous Screws

Partial-thread cancellous screws have a smooth, unthreaded proximal shaft, allowing interfragmentary compression when inserted across fracture sites (Figure 4).

This design characteristic enables dynamic stabilization, making them ideal for fracture healing in trabecular-rich areas such as the femoral neck, humeral head, and tibial plateau⁽⁴⁰⁾. The usage scenarios for partial-thread screws include fracture compression in metaphyseal and epiphyseal regions, particularly in hip and knee fractures. They are commonly used in sliding hip screws, cannulated fixation systems, and arthrodesis procedures⁽⁴¹⁾. The compression mechanics of partial-thread screws rely on their differential thread engagement. The unthreaded portion allows movement between the fragments, while the threaded distal segment engages the far cortex, generating axial compression across the fracture plane. This mechanism enhances bone healing by promoting direct bone-to-bone contact⁽⁴²⁾.

Full Thread Cancellous Screws

Full-thread cancellous screws have a uniformly threaded shaft, making them ideal for applications where interfragmentary compression is not required (Figure 5). Their design features include deep, widely spaced threads, which maximize bone purchase in spongy structures, ensuring secure fixation in osteoporotic or low-density bone⁽⁴³⁾.



Figure 4: Partially Threaded Cancellous Screws,
Image Source: AO Surgery Reference,
<https://surgeryreference.aofoundation.org>



Figure 5: Fully Threaded Cancellous Screws,
Image Source: AO Surgery Reference,
<https://surgeryreference.aofoundation.org>

The application areas for full-thread cancellous screws include fracture fixation in weight-bearing regions such as the proximal femur, tibial plateau, and vertebral bodies. These screws are particularly useful in bone grafting procedures and revision surgeries, where stable fixation is necessary for long-term integration⁽⁴⁴⁾.

The biomechanical properties of full-thread cancellous screws emphasize load distribution across a larger surface area, reducing localized stress concentrations.

Their deep threads provide enhanced resistance to pullout forces, making them particularly effective in cases where screw loosening is a concern, such as in osteoporotic patients⁽⁴⁵⁾.

Locking Thread Screws

Locking thread screws are specialized fixation devices that provide angular stability when used with locking

purchase and minimizing stress concentrations at the bone-implant interface⁽²⁵⁾. Thread pitch, or the distance between consecutive threads, affects insertion torque, pullout strength, and bone-screw engagement. Screws with a smaller pitch create a higher number of thread-bone contacts, improving fixation strength, especially in osteoporotic bone⁽²⁶⁾. Force distribution across the screw is influenced by axial loading, shear forces, and torque application. Proper torque management prevents over-tightening, which can lead to bone microfractures and implant loosening⁽²⁷⁾. Stress patterns vary depending on the bone type and loading conditions. Cortical bone screws experience higher localized stresses due to the dense bone structure, whereas cancellous screws distribute loads over a larger surface area, reducing stress concentrations⁽²⁸⁾. The screw-bone interface is a critical determinant of implant stability, healing potential, and long-term success. Cortical bone interaction involves a higher degree of mechanical engagement due to the density of cortical bone, requiring precise pre-drilling and appropriate insertion angles to minimize stress fractures⁽²⁹⁾. Cancellous bone interaction, on the other hand, relies on deeper and more aggressive threads to maximize purchase in porous bone structures. However, excessive tightening can lead to bone resorption and reduced stability over time⁽³⁰⁾. Interface stability is initially achieved through primary fixation, where mechanical interlocking secures the screw in place, and secondary stability, which develops as the bone remodels around the implant. Enhanced interface stability can be achieved through bioactive coatings that promote osseointegration⁽³¹⁾. The biological response to screw implantation involves bone remodeling, osteointegration, and potential foreign body reactions. While titanium and bioabsorbable materials generally promote favorable osseointegration, stainless steel and cobalt-chrome implants may trigger localized inflammatory responses, leading to implant loosening in some cases⁽³²⁾.

Classification of Orthopedic Screws

Orthopedic screws are categorized based on their design characteristics and functional applications. The classification of screws plays a crucial role in determining their mechanical performance, clinical utility, and surgical outcomes. The major classification includes cortical screws, cancellous screws, and locking screws, each designed to

accommodate specific bone densities, loading conditions, and fixation needs⁽³³⁾.

Design-Based Classification

Orthopedic screws can be classified based on their design parameters, including thread pattern, shaft characteristics, and head configuration. The primary design-based classification consists of cortical screws, which are designed for compact bone, cancellous screws, which are used in spongy bone structures, and locking screws, which provide angular stability when used with locking plates. These variations ensure optimal fixation strength and mechanical stability for different anatomical regions and fracture types⁽³⁴⁾.

Cortical Screws

Cortical screws are specifically designed for dense cortical bone, which is found in the diaphyseal regions of long bones. Their design features include a smaller thread depth and closer thread spacing, which enhances their purchase in hard bone (Figure 3).



Figure 3: Cortical Screw. Image Source: AO Surgery Reference, <https://surgeryreference.aofoundation.org>

Unlike cancellous screws, cortical screws require pre-drilling to prevent excessive stress that could lead to microfractures⁽³⁵⁾. The mechanical properties of cortical screws are characterized by high insertion torque and pullout resistance, ensuring strong fixation in dense bone. The fine threads enable better load distribution, reducing the risk of implant failure. However, due to the high stress concentrations in cortical bone, over-tightening can lead to bone resorption and screw loosening⁽³⁶⁾. The clinical applications of cortical screws are extensive, including diaphyseal fracture fixation, bone plate fixation, and interfragmentary compression. They are

The screw body, consisting of the inner and outer diameter (Figure 2), influences its bending resistance and load-bearing capacity. The inner diameter determines the screw's flexural strength, while the difference between the inner and outer diameters (known as thread depth) is a key determinant of pullout strength and maximum torque resistance before thread stripping. Solid-core screws offer greater structural stability, whereas cannulated screws allow guided insertion through a guide pin, making them advantageous in minimally invasive techniques⁽¹⁷⁾.



AO

Figure 2: Screw Shaft, Reference: AO Surgery, <https://surgeryreference.aofoundation.org>

The screw thread pattern plays a crucial role in its mechanical engagement with bone. Cortical screws have finer threads designed to penetrate denser bone, whereas cancellous screws, with deeper threads, achieve better purchase in spongy bone⁽¹⁸⁾. The pitch of the screw, defined as the distance between threads, determines the screw's advancement per 360-degree rotation. Screws with a smaller pitch have more threads per unit length and advance less per full turn than screws with a larger pitch.

The screw tip varies depending on surgical requirements. Self-drilling tips eliminate the need for pre-drilling, self-tapping tips create their own threads, and blunt tips reduce the risk of injury to soft tissues and neurovascular structures⁽¹⁹⁾.

Understanding the biomechanics of screws is crucial for their effective use in orthopedic surgery. The primary goal is to achieve adequate fixation and compression without compromising screw-bone contact integrity. Over-tightening a screw can lead to plastic deformation of the bone, jeopardizing

structural stability. In this regard, computational simulations have been employed to study stress distribution and bone remodeling around different screw designs, highlighting the importance of biomechanical compatibility.

The torque applied to screws in bone plate applications directly affects contact area and fixation strength. Research has shown that using a lower torque than currently applied in clinical practice does not negatively impact the final mechanical strength of the construct. These findings further support the idea that the level of applied torque may play a role in pathological bone responses following plate fixation, particularly in conditions such as osteoporosis (osteopenia).

The material properties of orthopedic screws determine their mechanical performance, biocompatibility, and degradation characteristics. Titanium and its alloys are widely used due to their corrosion resistance, lightweight nature, and high biocompatibility, which reduces the risk of allergic reactions and implant rejection⁽²⁰⁾. Additionally, their lower stiffness compared to stainless steel minimizes stress shielding effects and allows for better load sharing with bone⁽²¹⁾. Stainless steel screws, commonly used in trauma surgery, provide superior mechanical strength and cost-effectiveness but are more susceptible to corrosion in high-stress environments⁽²²⁾. Cobalt-chrome alloys exhibit excellent wear resistance and are ideal for high-load-bearing applications such as joint replacements and spinal instrumentation, although their high density and stiffness may lead to localized stress concentrations⁽²³⁾. Bioabsorbable materials, including polylactic acid (PLA) and polyglycolic acid (PGA)-based screws, degrade over time and eliminate the need for implant removal, making them suitable for pediatric applications and sports medicine. However, their lower initial mechanical strength and variable degradation rates pose challenges in maintaining stability during the healing process⁽²⁴⁾.

The biomechanical principles governing orthopedic screws involve inner and outer diameter dynamics, thread pitch effects, force distribution, and stress patterns. The inner and outer diameters define the screw's resistance to bending forces and its pullout strength. A larger outer diameter enhances bone engagement, while a smaller inner diameter increases the risk of implant failure under high loads. The difference between these diameters, known as thread depth, plays a critical role in optimizing bone

In the mid-20th century, the introduction of titanium alloys revolutionized implant technology due to their superior strength-to-weight ratio and corrosion resistance⁽⁶⁾.

The AO (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen) Foundation, established in the 1950s, played a critical role in standardizing orthopedic screw designs and surgical techniques, leading to widespread adoption of cortical and cancellous screw systems⁽⁷⁾.

Over the years, advances in biomaterials research have introduced bioabsorbable screws, which eliminate the need for hardware removal, and locking plate technology, which improves fixation stability in osteoporotic bone⁽⁸⁾. The development of patient-specific implants using additive manufacturing has recently emerged as a promising approach to enhance surgical outcomes⁽⁹⁾.

Despite technological advancements, orthopedic screws still pose clinical challenges. One of the primary concerns is implant failure due to screw loosening, which is particularly problematic in osteoporotic patients with poor bone quality⁽¹⁰⁾. This issue has led to the development of locking screws and augmentation techniques, such as cement reinforcement, to enhance fixation strength⁽¹¹⁾.

Another challenge is infection risk, especially in open fractures where hardware-associated infections can lead to severe complications, necessitating implant removal and prolonged antibiotic therapy⁽¹²⁾. Additionally, improper screw placement can result in iatrogenic injuries, such as nerve damage or joint penetration, underscoring the need for intraoperative imaging guidance⁽¹³⁾.

Moreover, the selection of screw type, diameter, and length must be carefully considered based on the biomechanical properties of the bone and the mechanical load it bears. Improper selection can result in inadequate stability, leading to delayed healing or implant failure⁽¹⁴⁾. Research into bioactive coatings, which enhance osseointegration and antimicrobial resistance, aims to address these limitations and improve clinical outcomes⁽¹⁵⁾.

This paper aims to provide a comprehensive review of the classification, biomechanical properties, and technological advancements in orthopedic screws. The primary objectives are:

1. To analyze the fundamental principles of orthopedic screw design, including material composition and biomechanical interactions.

2. To classify different types of screws based on their design features and clinical applications.

By exploring these topics, this paper will provide orthopedic surgeons and researchers with a detailed understanding of current trends and future directions in orthopedic screw technology.

Biomechanical Principles

Orthopedic screws play a critical role in fracture fixation and bone stabilization. Their structural design, material composition, biomechanical performance, and interaction with bone significantly influence their clinical effectiveness and longevity. Understanding these fundamental principles is essential for optimizing surgical outcomes.

Orthopedic screws are composed of various components, including the head, body, threads, and tip (Figure 1), each serving a specific function in providing stability and fixation. The screw head is responsible for engaging with the screwdriver, facilitating insertion and removal, and providing support for bone fragments or fixation plates. The design of the screw head directly affects its interaction with surgical instruments, with hexagonal heads ensuring a firm grip and reducing slippage, while Phillips and Torx heads distribute torque more efficiently and prevent screw damage during insertion⁽¹⁶⁾.

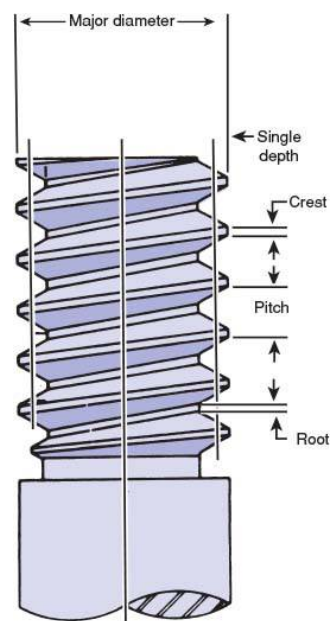


Figure 1: Components of the Screw. Reference: AO Surgery, <https://surgeryreference.aofoundation.org>

A Review on the Application and Role of Different Screws in Orthopedic Surgery (Review Article)

Abstract

Orthopedic screws play a crucial role in internal fixation for fracture stabilization, joint fusion, and osteotomy procedures. Recent advancements in material science and biomechanics have led to the development of various screw designs aimed at optimizing fixation strength and reducing postoperative complications. Understanding the biomechanical properties, classifications, and technological innovations of orthopedic screws is essential for improving surgical outcomes. This study presents a comprehensive review of the classification, design, biomechanical characteristics, and clinical applications of orthopedic screws. A systematic analysis of scientific literature was conducted to evaluate different screw types based on their material composition, mechanical properties, and fixation techniques. Additionally, emerging technologies, including bioabsorbable screws, locking screws, and smart implants, were examined for their potential impact on modern orthopedic surgery. The findings indicate that locking screws provide superior fixation in osteoporotic bone and complex fractures, reducing implant failure risks. Bioabsorbable screws have shown promise in eliminating the need for secondary implant removal surgeries; however, challenges such as degradation rate control remain unresolved. Drug-releasing screws have demonstrated effectiveness in lowering post-surgical infection rates, yet further studies are needed to determine optimal drug dosage and release kinetics. Advancements in orthopedic screw technology, including material innovation and improved mechanical design, have significantly enhanced clinical outcomes. However, challenges remain regarding the long-term stability of bioabsorbable screws, the optimization of mechanical properties, and the reduction of implant-related complications. Future research should focus on developing patient-specific implants and refining biomechanical designs to further improve surgical success rates.

Keywords: Orthopedic fixation devices, Internal fixators, Bone screws, Pedicle screws.

Accepted: 41 days before printing

Saleh Validi, MD, Ehsan Ghadimi, MD, Seyed Pouya Tabatabaei Irani, MD, Erfan Khosravi, MD,
Seyed Hadi Kalantar, MD

Imam Khomeini Hospital Complex,
Joint Reconstruction Research Center,
Tehran University of Medical Sciences,
Tehran, Iran.

Introduction

Orthopedic screws play a fundamental role in modern musculoskeletal surgery by providing stable fixation for bone fractures, osteotomies, and joint fusion procedures. The increasing prevalence of fractures due to aging populations, sports injuries, and trauma-related incidents has led to continuous advancements in screw design and material technology⁽¹⁾. These screws are an essential component of internal fixation, working in conjunction with plates, rods, and intramedullary nails to facilitate bone healing while minimizing complications such as malunion, nonunion, and implant failure⁽²⁾.

The biomechanical performance of orthopedic screws depends on factors such as thread design, material composition, and the interaction between the screw and bone tissue. Cortical and cancellous screws, locking screws, cannulated screws, and bioabsorbable screws each serve distinct purposes, reflecting the complexity of bone fixation techniques⁽³⁾. Innovations in 3D-printed implants, smart screws with embedded sensors, and bioactive coatings have further expanded the functional capabilities of orthopedic screws, enhancing their role in patient-specific treatments⁽⁴⁾.

The history of orthopedic screws dates back to the early 19th century when metal implants were first introduced for bone fixation. The earliest designs, primarily made of stainless steel, provided limited biocompatibility and were prone to corrosion and fatigue failure⁽⁵⁾.

Corresponding Author:
Seyed Hadi Kalantar, MD
Email address:
hadikalantar4@gmail.com

- 16 Zaidenberg C, Siebert J.W, Angrigiani C. A new vascularized bone graft for scaphoid nonunion. *J Hand Surg Am*, 1991;16(3):474-478. DOI: 10.1016/0363-5023(91)90017-6.
- 17 Zhang H, Gu J, Liu H, Yuan C. Pedicled vascularized versus non-vascularized bone grafts in the treatment of scaphoid non-union: a meta-analysis of comparative studies. *ANZ J Surg*. 2021;91(11):E682-E689. DOI: 10.1111/ans.16894.
- 18 Sadri E, Mazloumi SM, Omid Kashani F. Pronator quadratus pedicle bone graft in scaphoid fracture non-union. *Iranian J Orthopaedic Surg*. 2005;4(1 (13)):81-85. Available from: <https://sid.ir/paper/85405/en>
- 19 Severo A.L, Lemos M.B, Lech O.L.C, Filho D.B, Strack D.P, Candido L.K. Bone graft in the treatment of nonunion of the scaphoid with necrosis of the proximal pole: a literature review. *Rev Bras Ortop*. 2017;52:638-643. DOI: 10.1016/j.rboe.2016.11.011.

proximal region in 9 of 23 patients. Trabecular necrosis was observed in 14 of 32 patients, and tissue necrosis in 4 of 33 patients. Ultimately, 30 of 33 patients achieved solid bone union with this method⁽¹⁴⁾.

In the study by Severo et al., vascularized grafts demonstrated union rates ranging from 27% to 100%, whereas patients with AVN had a minimum union rate of 12.5%. Nonvascularized grafts showed union rates between 52% and 100%, which remained consistent even in the presence of necrosis⁽¹⁹⁾.

In the present study, MRI findings revealed that most patients exhibited nonunion, and 15 of 43 patients had both AVN and nonunion simultaneously. Nevertheless, we achieved 100% union with nonvascularized grafting, even among patients with AVN.

The recommended immobilization period for nonvascularized grafts ranges from 4 to 6 months, whereas for vascularized muscle-based grafts with pin fixation, union and immobilization periods range from 7 to 16 weeks⁽¹⁰⁾. In our study, the mean time to radiographic union from surgery to complete recovery was 5 months.

This study has few limitations. As a cross-sectional study, causal relationships cannot be established. Its descriptive nature limited further analysis and interpretation of data. Additionally, the sample size was relatively small.

Conclusion

The present study demonstrates that nonvascularized bone grafting resulted in radiographic union of the scaphoid in all patients, including those with AVN, indicating that this method can be effective in promoting scaphoid healing. During the follow-up period, no signs of osteoarthritis were observed. All patients were able to perform daily activities with the affected hand, and none reported functional limitations. Postoperative complications occurred in 30.2% of patients, manifesting as mild pain or limited wrist motion.

Acknowledgement

The authors would like to thank the Clinical Research Development Unit of Imam Khomeini Hospital, Mazandaran University of Medical Science Sari, Iran for their support cooperation and assistance throughout the period of study.

References

- Eathorne S.W. The wrist: Clinical anatomy and physical examination—An update. *Prim Care*. 2005;32(1):17-33. DOI: 10.1016/j.pop.2004.11.009.
- Kozin S.H. Incidence, mechanism, and natural history of scaphoid fractures. *Hand clin*. 2001;17(4):515-524.
- Derby B, Murray P.M, Shin A.Y, Bueno R.A, Mathoulin C.L, Ade T, et al. Vascularized bone grafts for the treatment of carpal bone pathology. *Hand (N Y)*. 2013;8:27–40. DOI: 10.1007/s11552-012-9479-0.
- Jones Jr D.B, Rhee P.C, Shin A.Y. Vascularized bone grafts for scaphoid nonunions. *J Hand Surg Am*. 2012;37:1090–4. DOI: 10.1016/j.jhsa.2012.03.001.
- Matsuki H, Ishikawa J, Iwasaki N, Uchiyama S, Minami A, Kato H. Non-vascularized bone graft with Herbert-type screw fixation for proximal pole scaphoid nonunion. *J Orthop Sci*. 2011;16:749–55. DOI: 10.1007/s00776-011-0158-8.
- Steinmann S.P, Bishop A.T, Berger R.A. Use of the 1,2 intercompartmental supraretinacular artery as a vascularized pedicle bone graft for difficult scaphoid nonunion. *J Hand Surg Am*. 2002, 27: 391–401. DOI: 10.1053/jhsu.2002.32077.
- Malizos K.N, Zachos V, Dailiana Z.H, Zalavras C, Varitimidis S, Hantes M, Karantanas A. Scaphoid nonunions: management with vascularized bone grafts from the distal radius: a clinical and functional outcome study. *Plast Reconstr Surg*. 2007;119:1513–25. DOI: 10.1097/01.prs.0000256144.52654.da.
- Krimmer H. Management of acute fractures and nonunions of the proximal pole of the scaphoid. *J Hand Surg Br*. 2002;27:245–8. DOI: 10.1054/jhsb.2001.0736.
- Stark H.H, Rickard T.A, Zemel N.P, Ashworth C.R. Treatment of ununited fractures of the scaphoid by iliac bone grafts and Kirschner-wire fixation. *J Bone Joint Surg Am*. 1988;70(7): 982–91.
- Steinmann, S.P, Adams J.E. Scaphoid fractures and nonunions: diagnosis and treatment. *J Orthop Sci*. 2006;11:424–31. DOI: 10.1007/s00776-006-1025-x
- Herbert T.J, Fisher W.E. Management of the fractured scaphoid using a new bone screw. *J Bone Joint Surg Br*. 1984;66:114–23. DOI: 10.1302/0301-620X.66B1.6693468.
- Koo K.H, Kim R, Kim Y.S, Ahn I.O, Cho S.H, Song H.R, et al. Risk period for developing osteonecrosis of the femoral head in patients on steroid treatment. *Clin Rheumatol*. 2002;21(4):299-303. DOI: 10.1007/s100670200078.
- Oinuma K, Harada Y, Nawata Y, Takabayashi K, Abe I, Kamikawa K, et al. Osteonecrosis in patients with systemic lupus erythematosus develops very early after starting high dose corticosteroid treatment. *Ann Rheum Dis*. 2001;60(12):1145-8. DOI: 10.1136/ard.60.12.1145.
- Rancy S.K, Swanstrom M.M, DiCarlo E.F, Sneag D.B, Lee S.K, Wolfe S.W, et al., Success of scaphoid nonunion surgery is independent of proximal pole vascularity. *J Hand Surg Eur Vol*. 2018;43(1):32-40. DOI: 10.1177/1753193417732003.
- Toh S, Miura H, Arai K, Yasumura M, Wada M, Tsubo K. Scaphoid fractures in children: problems and treatment. *J Pediatr Orthop*. 2003;23(2):216-221.

Table 3: Clinical Characteristics of Patients

Variable	Frequency	Percentage
Postoperative Complication	Yes	13
	No	30
Type of Postoperative Complication	Limited Motion	6
	Pain	7
Type of Fixation	1.0 mm K-wire	35
	Herbert Screw	8
Fracture Location	Proximal	40
	Waist	3
Presence of Avascular Necrosis	Yes	15
	No	28
MRI Findings	Nonunion	43
	Avascular Necrosis	15

Table 4: Duration of Surgery, Time from Fracture to Surgery, Time to First Radiographic Evidence of Union, and Time to Complete Recovery

Variable	Mean	Standard Deviation	Minimum	Maximum
Duration of Surgery (minutes)	49.16	5.98	42.00	65.00
Time from Fracture to Surgery (weeks)	36.59	47.42	6.00	206.83
Time from Surgery to First Radiographic Evidence of Union (days)	36.59	47.42	6.00	206.83
Time from Surgery to Complete Recovery (weeks)	145.79	73.85	59.00	330.00

Discussion

Nonvascularized bone grafting combined with rigid internal fixation has been shown to successfully improve healing in scaphoid nonunion fractures, even in cases with vascular compromise, as demonstrated by preoperative, intraoperative, and histopathological evaluations⁽¹⁴⁾.

The present study was designed to assess radiographic outcomes following surgical treatment with nonvascularized bone grafting in scaphoid nonunion, both with and without avascular necrosis (AVN).

In this study, operative time, duration until union, and union rates were evaluated. Reported union rates for nonvascularized grafting in the literature range from 60% to 95%, whereas vascularized grafts demonstrate higher rates, ranging from 80% to 100%^(15,16).

Meta-analyses have shown that union rates in vascularized graft groups are 1.13 times higher than those in nonvascularized graft groups ($P = 0.002$). Additionally, vascularized grafts achieve bony union significantly earlier, by an average of 1.73 weeks ($P < 0.01$). No significant differences were observed

between the groups in functional outcomes, including active range of motion and grip strength, and the rates of reoperation were similar between groups ($P = 0.65$)⁽¹⁷⁾.

In the study by Soleimanpour et al., 20 patients with a mean age of 25.62 years (range, 17–40) were evaluated, which is a smaller cohort than in the present study. Seventeen fractures involved the waist, and three the proximal pole. In contrast, in our study, the proximal pole were the majority of the fractures site. Pain and decreased grip strength were reported in 11 and 9 patients, respectively.

The range of motion after surgery did not significantly change. The number of cases reporting pain at final follow-up decreased significantly (from 100% to 25%). Reported complications included pin fracture (2 cases), change in occupation (2 cases), nonunion (1 case), delayed union (1 case), and pin site irritation (1 case)⁽¹⁸⁾.

In our study, the most frequent postoperative complications were pain in five patients and limited wrist motion in five patients. Schneider and colleagues treated patients with scaphoid nonunion using nonvascularized grafts.

In their study, 35 nonunion cases were evaluated. MRI results showed ischemia without necrosis in the

Avascular necrosis (AVN) is a common complication in orthopedic trauma patients. Studies have shown that AVN occurs in 13–50% of scaphoid fractures in the proximal fifth of the bone. AVN can result from various causes, including alcohol consumption, glucocorticoid use, hematologic disorders, anemia, trauma, and fractures^(10,11). This complication may lead to nonunion or prolonged healing time, joint destruction, and reduced treatment success^(12,13).

Materials & Methods

This cross-sectional, retrospective study included patients presenting with wrist pain to the orthopedic departments of educational and treatment centers affiliated with Mazandaran University of Medical Sciences, who were diagnosed with scaphoid nonunion. Patients were excluded if their medical records were incomplete, radiographs were unavailable, or if they had undergone a surgical method different from that under investigation. The study period spanned from 2015 to 2019.

A census sampling method was used, meaning that all patients meeting the inclusion criteria were enrolled; therefore, no sample size calculation was necessary. Informed consent was assigned from the participants. The time of operation was recorded from the initial incision to complete skin closure.

All surgeries were performed by a hand surgery specialist. Corticocancellous bone grafts were harvested from the iliac crest. The Mattheissen technique was used for grafting, and fixation was achieved using either Herbert screws or 1.0 mm K-wires. Postoperatively, a sugar-tong splint was applied for two weeks and then was converted to a thumb spica cast. Radiographs were obtained at six weeks postoperatively to assess scaphoid union by both the surgeon and a radiologist. Thereafter, monthly radiographs were taken until radiographic union was confirmed. Patients remained immobilized in a cast throughout the follow-up period until complete union was achieved, and healing and complications were closely monitored. Data entry and analysis were performed using SPSS version 24. Continuous and categorical variables were summarized using mean, standard deviation, median, interquartile range, and percentages. The Shapiro–Wilk test was used to assess normality. Comparisons of variables were performed using the chi-square test or Fisher’s exact test, while continuous variables were compared between groups using independent

t-tests or the nonparametric Mann–Whitney test, as appropriate

Results

A total of 43 patients were enrolled in this study. The mean age of participants was 29.91 ± 8.58 years (range: 14–53 years). Twenty-five patients (58.1%) had involvement of the right scaphoid, while 18 patients had the left hand affected. All patients presented with scaphoid nonunion, and all bone grafts used were nonvascularized. Demographic characteristics of the study population are shown in Table 1. The majority of fractures occurred in the proximal region (40 patients), and all patients presented with wrist pain. All patients underwent MRI evaluation, with the most frequent finding being scaphoid nonunion in 43 patients. Fifteen patients (34.9%) also exhibited avascular necrosis (AVN) (Table 2).

Table 1: Mean Age of All Patients

Variable	Mean	Standard Deviation	Maximum	Minimum
Age (years)	29.91	8.58	53	14

Table 2: Frequency of Affected Side

Affected Side	Frequency	Percentage
Right	25	58.1
Left	18	41.9
Total	43	100.0

Fixation was achieved using 1.0 mm K-wires in 35 patients and Herbert screws in the remaining 8 patients. Complete scaphoid union was achieved in all 43 patients following nonvascularized bone grafting. Thirty patients reported no postoperative complications, while 13 patients experienced complications: six reported limited range of motion and seven reported pain. All patients were able to perform daily activities with the affected hand, and none reported functional limitations. (Table 3). The mean operative time, from the starting incision to completion of surgery, was 49.16 ± 5.98 minutes. The mean duration from scaphoid fracture to surgical intervention was 36.59 ± 47.42 weeks. The mean follow-up period from surgery to complete recovery was 145.79 ± 73.85 weeks. The mean time from surgery to the first radiographic evidence of union was 36.59 ± 47.42 days (Table 4).

Radiographic Outcome of Non-Vascularized Bone Graft in Scaphoid Nonunion

Abstract

Introduction: Bone grafting is the main treatment of scaphoid nonunion. In this study, we intend to evaluate the radiographic results in patients with non-vascularized bone graft in scaphoid nonunion with or without AVN.

Materials & Methods: In a cross-sectional study, patients with scaphoid nonunion were chosen in a census sampling method and were followed up and immobilized with plaster for four weeks. Then a radiography was taken and the patients were followed till the union were seen in radiography. Data were analyzed by SPSS 24.

Results & Discussion: In this study, 43 patients were admitted. The mean total age of patients was 29.91 ± 8.58 years. 13 patients had complications, 6 reported limited mobility and 7 reported pain. Fifteen patients (34.9) had avascular necrosis. All patients were able to perform daily activities with hands, and none complained of inactivity. The mean duration of first incision to the end was 49.16 ± 5.98 minutes. The mean time elapsed from scaphoid fracture to surgery was 36.59 ± 47.42 weeks. The mean time from surgery to complete recovery was 145.79 ± 73.85 weeks. The mean time from surgery to the first evidence of healing was 36.59 ± 47.42 days which resulted in scaphoid union in all patients.

Conclusion: This study demonstrated that non-vascularized bone grafting resulted in radiographic union of the scaphoid in all patients, including those with avascular necrosis. All participants regained the ability to perform daily hand activities without functional complaints. Complications occurred in 30.2% of cases, mainly presenting as mild pain and minor limitations in hand motion. These findings suggest that this technique is a safe and effective option for treating scaphoid non-union.

Keywords: Scaphoid bone, Osteonecrosis, Bone transplantation.

Accepted: 43 days before printing

Mehran Razavipour, MD¹, Salman Ghaffari, MD¹, Elahe Fallah, MD²

1. Orthopedic Research Center, Mazandaran University of Medical Science, Sari, Iran.
2. Student Research Committee, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran.

Introduction

The scaphoid is one of the carpal bones, located on the radial (thumb) side of the wrist, forming part of the radial border of the carpal tunnel^(1,2). Scaphoid fractures are the most common fractures among carpal bones and predominantly occur in young, active individuals. In the upper extremity, scaphoid fractures are the second most common after distal radius fractures, but unlike distal radius fractures, they are more frequent in young men in their second and third decades of life^(3,4). The scaphoid is almost completely covered by cartilage, which limits its periosteal healing potential, resulting in a high incidence of delayed union and nonunion^(3,4). Untreated scaphoid nonunion may lead to degenerative changes in the wrist joint. Such degenerative changes are more pronounced in proximal nonunions compared to distal ones^(3,4). Surgical intervention is indicated for scaphoid nonunion or fractures that have failed conservative treatment. A key principle in managing the nonunion of scaphoid is resection of fibrous tissue and nonviable bone at the fracture site. This procedure creates a bone defect that must be filled with a bone graft⁽⁵⁾. Vascularized bone graft is indicated in nonunions of the proximal scaphoid, especially in cases where the proximal fragment is necrotic or when previous nonvascularized bone graft has been unsuccessful⁽⁶⁾. An alternative is using of nonvascularized bone grafts, that constitute a traditional method for achieving scaphoid union^(7,8). Several studies have reported favorable outcomes with nonvascularized grafts, highlighting advantages such as shorter anesthesia duration compared to vascularized grafts, simpler surgical technique, and no requirement for specialized expertise^(7,8).

Corresponding Author:
Elahe Fallah, MD
Email address:
zeinabfallah1375@gmail.com

- 15 Konno S, Oda N, Ochiai T, Alev L. Randomized, double-blind, placebo-controlled phase III trial of duloxetine monotherapy in Japanese patients with chronic low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016;41(22):1709-1717. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001707.
- 16 YaDeau J.T, Brummett C.M, Mayman D.J, Lin Y, Goytizolo E.A, Padgett D.E, et al. Duloxetine and subacute pain after knee arthroplasty when added to a multimodal analgesic regimen. *Anesthesiology*. 2016;125(3):561-72. DOI: 10.1097/ALN.0000000000001228.
- 17 Emik U, Unal Y, Arslan M, Demirel C.B. The effects of memantine on recovery, cognitive functions, and pain after propofol anesthesia. *Braz J Anesthesiol*. 2016;66:485-91. DOI: 10.1016/j.bjane.2015.03.002.
- 18 Kim M.S, Koh I.J, Sung Y.G, Park D.C, Na J.W, In Y. Preemptive duloxetine relieves postoperative pain and lowers wound temperature in centrally sensitized patients undergoing total knee arthroplasty: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Clin Med*. 2021;10(13):2809. DOI: 10.3390/jcm10132809.
- 19 Mendelson G, Selwood T.S. Measurement of chronic pain: A correlation study of verbal and nonverbal scales. *J Behav Assess*. 1981;3(4):263-9.
- 20 Vickers E.R, Cousins M.J, Woodhouse A. Pain description and severity of chronic orofacial pain conditions. *Aust Dent J*. 1998;43(6):403-9. DOI: 10.1111/j.1834-7819.1998.tb00200.x.
- 21 Amin M.R, Siratinayer M, Abadi A, Moradyan T. Correlation between visual analogue scale and short form of McGill questionnaire in patients with chronic low back pain. *Qom Univ Med Sci J*. 2012;6(1)
- 22 Cheng H.Y, Beswick A.D, Bertram W, Siddiqui M.A, Gooberman-Hill R, Whitehouse M.R, et al. What proportion of people have long-term pain after total hip or knee replacement? An update of a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*, 2025;15(5):e088975. DOI: 10.1136/bmjopen-2024-088975.
- 23 Cytla B, Skorupa M, Marczyk Ł, Łach A, Gil K. The efficacy of peri-operative duloxetine on reducing post-operative pain and opioid doses-literature review. *J Pre Clin Clin Res*. 2024;18(3):236-245. DOI: 10.26444/jpccr/189646.
- 24 Lin Y, Jiang M, Liao C, Wu Q, Zhao J. Duloxetine reduces opioid consumption and pain after total hip or knee arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 2024;19(1):181. DOI: 10.1186/s13018-024-04648-5.
- 25 Stoetzer C, Papenberg B, Doll T, Völker M, Heineke J, Stoetzer M, et al. (2016). Differential inhibition of cardiac and neuronal Na⁺ channels by the selective serotonin-norepinephrine reuptake inhibitors duloxetine and venlafaxine. *Eur J Pharmacol*. 2016;783:1-10. DOI: 10.1016/j.ejphar.2016.04.051.
- 26 Pinsornsak P, Phunphakchit J, Pinsornsak P, Boontanapibul K. (2024). Does postoperative low-dose duloxetine provide analgesic effect and lower morphine consumption after primary total knee arthroplasty? A prospective, double-blind, randomized controlled trial. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2024;144(11):4979-4987. DOI: 10.1007/s00402-024-05591-0.
- 27 Yuan M, Tang T, Ding Z, Li H, Zhou Z. (2022). Analgesic effect of perioperative duloxetine in patients after total knee arthroplasty: a prospective, randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord*. 2022;23(1):242. DOI: 10.1186/s12891-022-05194-z.
- 28 Kurian R, Raza K, Shanthanna H. A systematic review and meta-analysis of memantine for the prevention or treatment of chronic pain. *Eur J Pain*. 2019;23(7):1234-1250. DOI: 10.1002/ejp.1393.
- 29 Nair A, Dudhedia U, Thakre M, Borkar N. Efficacy of memantine premedication in alleviating postoperative pain-A systematic review and meta-analysis. *Saudi J Anaesth*. 2024;18(1):86-94. DOI: 10.4103/sja.sja_398_23.
- 30 Saadat Fakhri M, Mohajeri A, Amini B, Shah Hosseini R, Rafizadeh F, Esmaeili E, et al. Comparative efficacy of memantine and vitamin C in postoperative pain management: a randomized clinical trial. *Pain Manag*, 2025;15(7):379-385. DOI: 10.1080/17581869.2025.2516415.
- 31 Çevik H.S, Emiral G.Ö, Özcan MF, Aldemir F, Çevik, H.B. Health literacy in orthopaedic lower limb trauma patients: A cross-sectional survey study. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2024;110(1):103605. DOI: 10.1016/j.otsr.2023.103605.
- 32 Hadden K.B, Prince L.Y, Barnes C.L. (2016). Health Literacy and Opioid Use in Orthopaedic Patients. *J Surg Orthop Adv*, 2016;25(4):234-237.

Finally, TKA is a surgical procedure with significant tissue trauma, some patients may experience psychological distress such as depression, anxiety or insomnia, so it is not yet clear whether the reduction in symptoms is related to the drug's effect on mood and anxiety or through its effect on pain pathways.

Conclusion

The findings suggest that low dose duloxetine (20 mg) and memantine (10 mg) do not confer clinically significant analgesic effects in TKA patients compared to placebo. Future studies should:

1. Evaluate higher Duloxetine doses (30–60 mg) and extended follow-up periods.
2. Investigate Memantine's efficacy at alternative dosages.
3. Conducting systematic reviews to harmonize conflicting evidence on adjunctive analgesia in orthopedic surgery

Ethical Considerations

This study was conducted following approval from the Ethics Committee of Mazandaran University of Medical Sciences (code: IR.MAZUMS.REC.1403.205) and registered in the Iranian Registry of Clinical Trials (code: IRCT20241013063346N1). Ethical standards were rigorously adhered to throughout the research process. Participants were fully informed about the confidentiality of their information and provided written informed consent before completing the questionnaires. was approved by the Ethics Committee

Funding

This study Supported by Mazandaran University of Medical Sciences.

Acknowledgement

The authors would like to thank the Clinical Research Development Unit of Imam Khomeini Hospital, Mazandaran University of Medical Science Sari, Iran for their support cooperation and assistance throughout the period of study.

References

- 1 Cui A, Li H, Wang D, Zhong J, Chen Y, Lu H. Global, regional prevalence, incidence and risk factors of knee osteoarthritis in population-based studies. *EClinicalMedicine*. 2020;29-30:100587. DOI: 10.1016/j.eclinm.2020.100587.
- 2 Bruyère O, Honvo G, Veronese N, Arden N.K, Branco J, Curtis E.M, et al. An updated algorithm recommendation for the management of knee osteoarthritis from the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases (ESCEO). *Semin Arthritis Rheum*. 2019;49(3):337-350. DOI: 10.1016/j.semarthrit.2019.04.008.
- 3 Yang G, Wang J, Liu Y, Lu H, He L, Ma C, et al. Burden of knee osteoarthritis in 204 countries and territories, 1990–2019: results from the global burden of Disease Study 2019. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2023;75(12):2489-500. DOI: 10.1002/acr.25158.
- 4 Farsad F, Davoudi Z, Delkash P, Ahmadzadeh A. Comparison of the Analgesic Effect of Glucosamine Sulfate with Duloxetine in Patients with Knee Osteoarthritis. *Res Med*. 2023;47(2):1-11.
- 5 Katz J.N, Arant K.R, Loeser R.F. Diagnosis and treatment of hip and knee osteoarthritis: a review. *Jama*. 2021;325(6):568-78. DOI: 10.1001/jama.2020.22171.
- 6 Allen K.D, Thoma L.M, Golightly Y.M. Epidemiology of osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2022;30(2):184-95. DOI: 10.1016/j.joca.2021.04.020.
- 7 Atukorala I, Makovey J, Lawler L, Messier S.P, Bennell K, Hunter D.J. Is there a dose-response relationship between weight loss and symptom improvement in persons with knee osteoarthritis? *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2016;68(8):1106-14. DOI: 10.1002/acr.22805. DOI: 10.1002/acr.22805.
- 8 Hamilton T.W, Strickland L.H, Pandit H.G. A meta-analysis on the use of gabapentinoids for the treatment of acute postoperative pain following total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2016;98(16):1340-50. DOI: 10.2106/JBJS.15.01202.
- 9 Häuser W, Bock F, Engeser P, Tölle T, Willweber-Strumpf A, Petzke F. Long-term opioid use in non-cancer pain. *Dtsch Arztebl Int*. 2014;111(43):732-740. DOI: 10.3238/arztebl.2014.0732
- 10 Schuessler B. What do we know about duloxetine's mode of action? Evidence from animals to humans. *BJOG: An International J Obs Gynaecol*. 2006; 113 Suppl 1:5-9. DOI: 10.1111/j.1471-0528.2006.00877.x.
- 11 Bellingham G.A, Peng P.W.H. Duloxetine: a review of its pharmacology and use in chronic pain management. *Reg Anesth Pain Med*. 2010;35(3):294-303. DOI: 10.1097/AAP.0b013e3181df2645.
- 12 Finnerup N.B, Attal N, Haroutounian S, McNicol E, Baron R, Dworkin R.H, et al. Pharmacotherapy for neuropathic pain in adults: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Neurol*. 2015;14(2):162-73. DOI: 10.1016/S1474-4422(14)70251-0.
- 13 Rahimzadeh P, Imani F, Faiz S, Mohsenpour A.M, Nasiri A. The effect of premedication with oral memantine on pain control after orthopedic surgery. *Anesthesiol Pain*. 2013;39(4):216-222.
- 14 Taheri M, Mirkheshti A, Khak M, Adili Y. Comparing the use of memantine with dextromethorphan and placebo to reduce pain before orthopedic surgery. *J Cell Mol Anes*. 2017;2(4):e149554.

The lack of significant differences between the duloxetine, memantine, and placebo groups suggests that the doses administered may not have been sufficient to modulate pain pathways, even though all groups followed a standardized perioperative protocol including celecoxib, an intravenous acetaminophen, and intravenous ketorolac.

Duloxetine is a SNRI which can modulate pain by enhancing descending inhibitory pathways in the CNS⁽²³⁾. The analgesic mechanism works with adjustment of serotonin and norepinephrine, so it increases inhibition in pathways of pain in the brain and spinal cord and activate parts from the prefrontal lobe of the brain⁽²⁴⁾. There are few studies suggested that duloxetine works as an antinociceptive effect by blocking Na⁺ channels and inhibits nerve cell firing due to peripheral injury⁽²⁵⁾. Recent researches about duloxetine's role in TKA pain management have given mixed findings. For instance, Piya Pinsornsak et al. (2024) reported that low-dose duloxetine could decrease the morphine consumption after surgery and recovery of KOOS symptoms after six and twelve weeks. Although, reduce pain at rest or in walking was not significant, and consequently, low-dose duloxetine could be used as an adjunct to contemporary multifaceted pain treatment after TKA⁽²⁶⁾. This finding is consistent with our results. In our study, duloxetine was associated with temporal reductions in pain intensity; however, neither intervention demonstrated statistically significant superiority over placebo in mitigating postoperative pain or reducing opioid demand. Yuan et al. (2022) found that duloxetine could decrease acute pain after surgery immediately, reduce opioid use, and facilitate recovery, without increasing the risk of drug side effects in patients after TKA⁽²⁷⁾.

Memantine is a non-competitive NMDA receptor antagonist which is hypothesized to alleviate pain by reducing central sensitization and hyperalgesia.

Memantine has a low dependency for NMDA-receptor antagonist action and does not guide to psycho-mimetic symptoms or dissociation at doses of 20–60 mg/day. The consumption of memantine as an opioid-free adjunctive medication when administered before surgery has been reported in many studies with different results⁽²⁸⁾.

The results of a systematic review and meta-analysis by Nair et al. (2024) shows that using memantine before operation could decrease the pain just after surgery without uncommon adverse effects. However, document in literature is not enough to

recommend the use of memantine as a routine before the elective surgeries⁽²⁹⁾. M Saadat Fakhri et al. (2025) in a RCT Evaluated memantine's effectiveness in decreasing acute pain postoperatively compared to vitamin C in abdominal surgery patients. Memantine significantly lowered pain scores at 24 hours and reduced narcotic use. Both groups experienced declining pain, but memantine showed greater reductions over time⁽³⁰⁾. Similarly in our study both duloxetine and memantine were associated with temporal reductions in pain intensity, neither intervention demonstrated statistically significant superiority over placebo in mitigating postoperative pain or opioid demand.

According to our study a multivariate GEE model was employed to compare pain intensity among the three study groups while controlling for confounding variables. Results demonstrated that only the time variable exerted a statistically significant effect on pain intensity reduction ($P < 0.05$). No significant differences were observed between the groups or other variables in terms of pain intensity ($P > 0.05$). After adjusting for covariates, the mean pain intensity decreased by 0.06 units per postoperative day, which was statistically significant ($P < 0.05$).

Higher opioid consumption correlated with lower educational attainment ($P < 0.05$) and baseline pain intensity, aligning with psychosocial models of pain perception. Similarly to our study, individuals with lower educational attainment may experience diminished health literacy, which can lead to heightened perception of pain or less efficient pain coping mechanisms⁽³¹⁾. A study conducted by Hadden et al. in 2016 revealed that reduced health literacy correlates with higher opioid use and worse pain results in orthopedic patients, emphasizing the role of psychosocial factors. The intensity of preoperative pain was a significant predictor of opioid usage⁽³²⁾.

Limitations

First, our clinical results were based on a small sample size and should therefore be interpreted with caution. Second, pain assessment was based solely on VAS questionnaire. Combining multidimensional tools, such as the Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC), could provide a stronger assessment of pain and functional outcomes. Third, the three-month follow-up duration might not reflect ongoing postoperative pain. Forth, the study did not assess central sensitization which are known to modulate pain perception.

Table 3: Comparison of the Amount of Opioid (Morphine) Consumed Among the Three Groups, Controlling for Confounding Effects Using a Multiple Linear Regression Model

Variable (Reference Level)	Coefficient (95% Confidence Interval)	P-value
Group (Placebo)	-	-
Memantine	-0.61 (-0.87, 0.12)	0.73
Duloxetine	-0.70 (-0.72, 0.01)	0.97
Age	-0.02 (-0.05, 0.01)	0.37
Pre-Surgery Pain Intensity	0.54 (0.21, 0.87)	0.001*
Gender (Female)	-	-
Male	-0.13 (-1.61, 0.79)	0.77
Education Level (Illiterate)	-	-
Below Diploma	-1.93 (-2.66, -0.20)	0.01*
Diploma and Above	-0.28 (-1.16, 0.58)	0.51
Marital Status (Married)	-	-
Widowed	-0.20 (-1.54, 0.67)	0.13
Family Income (Low/Medium)	-	-
High/Excellent	-0.36 (-1.43, 0.53)	0.24
Heart Disease (No)	-	-
Heart Disease (Yes)	-0.99 (-1.61, 0.18)	0.64

*Statistically significant (P < 0.05)

Table 4: Pain intensity in the Three Groups: Placebo, Memantine, and Duloxetine, Based on Measurement Times

Group	Before Surgery	2 Weeks after Surgery	3 Months after Surgery	P-value
Placebo	8.87 ± 0.90	3.96 ± 0.96	1.68 ± 0.60	<0.001*
Memantine	8.94 ± 0.92	3.53 ± 0.93	1.65 ± 0.79	<0.001*
Duloxetine	8.81 ± 0.92	3.52 ± 1.00	1.55 ± 0.59	<0.001*
P-value	0.65	0.56	0.88	

*Statistically significant (P < 0.05)

A multivariate Generalized Estimating Equations (GEE) model was employed for comparison of pain intensity among the three study groups (memantine, duloxetine, and placebo) while controlling for confounding variables. Results demonstrated that only the time variable exerted a statistically significant effect on pain intensity reduction (P<0.05). No significant differences were observed between the three groups or other variables in pain intensity (P>0.05). After adjusting for covariates, the mean pain intensity decreased by 0.06 units per postoperative day, which was statistically significant (P<0.05). At baseline (preoperative measurement), the mean pain severity in the memantine and duloxetine was 0.13 and 0.05 units higher, respectively, compared to the placebo group. However, these differences were not statistically significant (P>0.05). Furthermore, daily pain reduction rates in the memantine and duloxetine groups (0.0015 and 0.0012 units/day, respectively) did not differ significantly with the placebo group (P>0.05). A 0.15-unit higher pain intensity was

observed in rural residents compared to urban residents, though this difference was not statistically significant (P>0.05).

Discussion

This randomized controlled study aimed to instigate the analgesic efficacy of duloxetine (20 mg) and memantine (10 mg) administered pre- and postoperatively in patients undergoing total knee arthroplasty (TKA). Key findings include:

Time-Dependent Pain Reduction: Pain intensity decreased significantly over time across all groups, consistent with typical postoperative recovery trajectories where inflammation and tissue trauma gradually subside and this is consistent with Cheng, H. Y et al system review (2025) which found that postoperative pain declines over weeks, regardless of pharmacological interventions ⁽²²⁾. In our study, neither duloxetine nor memantine demonstrated statistically significant superiority over placebo in reducing postoperative pain or opioid consumption.

According to the Table 2, 28.60% of patients in the placebo group, 6.50% in the memantine, and 19.40% of in the duloxetine group had heart disease and there was a statistically significant difference among the three groups ($P < 0.05$). However, the observed difference in frequency distribution of the variables underlying disease, diabetes, hypertension, and hyperlipidemia among the three groups studied was not statistically significant ($P > 0.05$). According to the Table 3, the comparison of the amount of opioid (morphine sulfate) consumed during the hospitalization period among the three groups studied was performed using the Kruskal-Wallis test. The results demonstrated that the mean amount of opioids consumed during the hospitalization period was 5.2 ± 70.01 mg in the control group, 6.2 ± 11.29 mg in the memantine group, and 5.2 ± 76.07 mg in the duloxetine group. There was no statistically significant difference in the mean amount of opioid (morphine) consumed during the hospitalization period among the three groups ($P > 0.05$). To compare the amount of opioids consumed among the three study groups while controlling for confounding effects, a univariate linear regression model was first fitted to the data, and then all variables that had a $P < 0.25$ in the univariate state were included in the multiple linear regression model. By adjusting the effect of other variables in the model, the variables of education level (below high school diploma compared to illiterate) and preoperative pain intensity had a statistically significant relationship with the amount of opioid (morphine) consumed during the hospitalization period ($P < 0.05$). There

was no significant relationship between the three groups and other variables with the amount of opioid consumed during the hospitalization period ($P > 0.05$).

Specifically, by controlling the effect of another variables in the model, the mean opioid consumption in the memantine and duloxetine groups was 0.12 and 0.01 units higher, respectively, compared to the placebo group, but this difference in the amount of opioid consumed among the three groups was not statistically significant ($P > 0.05$). Also, the mean opioid consumption in patients with education below high school diploma was 0.93 units lower compared to illiterate individuals, and this difference was statistically significant ($P < 0.05$).

The mean consumption of opioid in individuals with a high school diploma and higher education was also 0.28 units lower than illiterate individuals, without statistically significant difference ($P > 0.05$). Furthermore, for each unit increase in pre-operative pain intensity, the mean opioid consumption during the hospitalization period increased by 0.54 units, which was also statistically significant ($P < 0.05$). Similarly, for each unit increase in patients' age, opioid (morphine) consumption increased by 0.01 units, without statistically significant differences ($P > 0.05$). The interpretation for other variables is similar. According to the Table 4, the comparison of severity of pain among the three groups studied was performed at the times before surgery, two weeks after surgery, and three months after surgery. At all three times studied, according to the results of the one-way.

Table 2: Data of Patients Among the Three Groups: Placebo, Memantine, and Duloxetine

Variable	Duloxetine (n=62)	Memantine (n=62)	Placebo (n=63)	P-value
Underlying Disease				0.89
No	20 (32.30%)	22 (35.50%)	20 (31.70%)	
Yes	42 (67.70%)	40 (64.50%)	43 (68.30%)	
Diabetes				0.46
No	48 (77.40%)	51 (82.30%)	46 (73.00%)	
Yes	14 (22.60%)	11 (17.70%)	17 (27.00%)	
Hypertension				0.65
No	30 (48.40%)	30 (48.40%)	26 (41.30%)	
Yes	32 (51.60%)	32 (51.60%)	37 (58.70%)	
Hyperlipidemia				0.50
No	37 (59.70%)	43 (69.40%)	42 (66.70%)	
Yes	25 (40.30%)	19 (30.60%)	21 (33.30%)	
Heart Disease				0.006*
No	50 (80.60%)	58 (93.50%)	45 (71.40%)	
Yes	12 (19.40%)	4 (6.50%)	18 (28.60%)	

*Statistically significant ($P < 0.05$)

distribution of quantitative variables, the Kolmogorov-Smirnov test was used.

One-way ANOVA compared quantitative variables across groups, while chi-square or Fisher's exact tests assessed qualitative variable associations. Generalized Estimating Equations (GEE) and multiple linear regression models were used for confounders in comparing pain intensity and opioids use across groups. After obtaining written informed consent, eligible participants were requested to complete a socio-demographic questionnaire, which collected information on their age, gender, education level, job, body mass index (BMI), residency, income level and marital status and medical history, Smoking, anesthesia duration, surgery duration, disease type were collected from hospital documents.

All groups followed a standardized perioperative protocol. Pain intensity was assessed preoperatively and after two weeks and three months postoperatively using the Visual Analog Scale (VAS; 0–10)⁽¹⁹⁾. Its validity and reliability are confirmed internationally⁽²⁰⁾ and in Iran ($r = 0.88$)⁽²¹⁾. Comparing the analgesic effects of duloxetine and memantine on

post-TKA pain and then comparison of the amount of opioid (morphine sulfate) consumed during the hospitalization period among the three groups was done.

Results

In the present study, 187 TKA patients participated. According to the Table 1, the mean age of patients in the placebo, memantine and duloxetine groups were 65.97 ± 7.22 years, 64.98 ± 9.85 years, and 66.24 ± 7.99 years, respectively. One-way ANOVA showed no significant differences in mean age or BMI among groups ($p > 0.05$).

The Chi-square test, showed that there was no statistically significant difference between the three groups in terms of the gender variable ($P > 0.05$). Therefore, the three groups were homogeneous in terms of age, body mass index, and gender variables. Also, there was a statistically significant difference in the frequency distribution of patients in the three groups according to the level of education ($P < 0.05$).

Table 1: Demographic data of Patients in Three Groups: Placebo, Memantine, and Duloxetine.

Variable	Placebo (n=63)	Memantine (n=62)	Duloxetine (n=62)
Age (Mean \pm SD)	65.97 \pm 7.22	64.98 \pm 9.85	66.24 \pm 7.99
BMI (Mean \pm SD)	29.12 \pm 3.97	29.58 \pm 4.15	30.08 \pm 3.58
Gender			
Female	53 (84.10%)	54 (87.10%)	53 (85.50%)
Male	10 (15.90%)	8 (12.90%)	9 (14.50%)
Education			
Illiterate	24 (38.10%)	21 (33.90%)	25 (40.30%)
Below Highschool Diploma	28 (44.40%)	17 (27.40%)	25 (40.30%)
Highschool Diploma and Above	11 (17.50%)	24 (38.70%)	12 (19.40%)
Marital Status			
Married	56 (88.90%)	50 (80.60%)	55 (88.70%)
Divorced or widowed	7 (11.10%)	12 (19.40%)	7 (11.30%)
Job			
Homemaker	47 (74.60%)	45 (72.60%)	42 (67.70%)
Employee/Retired	5 (7.90%)	13 (21.00%)	8 (12.90%)
Other	11 (17.50%)	4 (6.50%)	12 (19.40%)
Residence			
City	49 (77.80%)	44 (71.00%)	41 (66.10%)
Village	14 (22.20%)	18 (29.00%)	21 (33.90%)
Income Level			
Low/Medium	54 (85.70%)	45 (72.60%)	50 (80.60%)
High	9 (14.30%)	17 (27.40%)	12 (19.40%)
Smoking Status			
Smoker	59 (95.20%)	56 (93.30%)	55 (91.70%)
Non-Smoker	3 (4.80%)	4 (6.70%)	5 (8.30%)

*Statistically significant ($P < 0.05$)

Evidence suggests that administering memantine one hour before TKA significantly reduces postoperative pain and morphine requirements⁽¹⁴⁾. Effectiveness of memantine in pain relief is much greater compared to dextromethorphan in patients undergoing orthopedic surgery, leading to greater patient satisfaction⁽¹⁴⁾. However, the findings of various studies on the analgesic effects of duloxetine in postoperative pain control have been contradictory so far. For instance, one study found duloxetine improved chronic back pain with good patient tolerability⁽¹⁵⁾, while another showed no benefit when added to multimodal analgesia for TKA patients⁽¹⁶⁾.

Despite various pain management strategies and surgical and anesthetic techniques, pain remains a major postoperative challenge for TKA patients⁽¹⁷⁾. Given that joint replacement is an invasive and costly procedure performed to reduce pain, minimize analgesic use, and improve function, effective postoperative pain control is critical. Patients with OA often rely on analgesics like NSAIDs or opioids, which, particularly in the elderly, may cause significant and sometimes irreversible side effects. Thus, identifying drugs with fewer side effects and shorter durations of prescription can play a significant role in pain control, patient satisfaction, functional outcomes, and reduce the financial burden of analgesics and opioids. This study was designed to compare the analgesic effects of these drugs, namely duloxetine and memantine on post-TKA pain and reducing the need for opioids in patients referred to Imam Khomeini and Shafa Hospitals in Sari in 2024 (1403 Iranian calendar).

Materials & Methods

This study was in accordance with the Declaration of Helsinki. The reporting followed the CONSORT 2025 statement: extension to randomized trials and this randomized, double-blind placebo controlled clinical trial. The sample size was calculated according to the study by Kim et al.⁽¹⁸⁾ and using the sample size formula for the difference between population means with only type I error control and considering a significance level of 5%, according to the following formula, a total of 180 patients (60 per group) was determined.

The study was designed on 187 patients scheduled for TKA at Imam Khomeini and Shafa Hospitals in Sari 2024. Inclusion criteria were: inclination to participate with informed consent, age over 18, no

diagnosis of Major Depressive Disorder or other acute and severe psychiatric disorders, no intellectual disability, no psychotropic drug use in the past 8 weeks, absence of cognitive disorders (e.g., dementia or delirium), and no opioid use. Exclusion criteria included drug hypersensitivity or severe adverse reactions, changes in treatment protocol during the study, inability to take oral medications, pregnancy, lactation, or use of drugs interacting with duloxetine or memantine. Ultimately, 180 patients (60 per group) were enrolled and evaluated for outcomes for every protocol. They were randomly assigned to three groups—placebo, duloxetine, and memantine. Due to the lack of visual similarity, the drugs were packaged in 28 packages that were completely similar and identical in appearance by this person

- Group 1 received one 20 mg duloxetine capsule (manufactured by Actoverco, same batch).
- Group 2 received one 10 mg memantine tablet (manufactured by Loghman Pharmaceutical Co., same batch).
- Group 3 received a placebo tablet.

Patients, investigators, and staff involved in intervention, data collection, and follow-up were blinded to group assignments. An independent individual, uninvolved in other study phases, numbered and packaged the drugs.

On the morning of surgery, all patients received one 200 mg celecoxib cap and an intravenous ketorolac injection immediately post-surgery. Postoperatively, all received 1 g Apotel IV TDS and ketorolac IV BD. If pain persisted despite these measures before discharge, patients received 2 mg morphine sulfate IV, and the amount of this medication was recorded. Spinal anesthesia was used for all patients. Patients were mobilized with a walker the day after surgery and discharged on day two with 200 mg celecoxib and 325 mg acetaminophen every 8 hours for 6 weeks. Study drugs were administered for two weeks post-surgery, with other analgesics continued for three months.

Demographic data and VAS scores were recorded pre-surgery, at 14 days, and at 3 months post-surgery. Drug's adverse effects were monitored and documented at each visit.

Descriptive analysis of the collected data was performed. The data were summarized using central tendency (mean, standard deviation) for quantitative variables and frequency (percentage) for qualitative variables. To evaluate the normality of the

Comparing the Analgesic Effects of Duloxetine and Memantine after Total Knee Arthroplasty: A Double-Blind Randomized Placebo Controlled Clinical Trial

Abstract

Introduction: Osteoarthritis (OA) is a prevalent and debilitating musculoskeletal disease characterized by chronic pain. Given the suboptimal efficacy of current analgesic drugs, identifying novel therapeutic strategies remains a clinical priority. This double-blind randomized controlled trial aimed to compare the efficacy of duloxetine and memantine in managing postoperative pain following total knee arthroplasty (TKA). A randomized, double-blind placebo controlled.

Materials & Methods: A clinical trial was conducted on 187 patients undergoing TKA. Participants were assigned into three groups: placebo (n=63), Memantine (10 mg/day, n=62), and Duloxetine (20 mg/day, n=62). All groups followed a standardized perioperative protocol. Pain intensity was assessed preoperatively and at two weeks and three months postoperatively using the Visual Analog Scale (VAS; 0–10). Demographic variables and opioid consumption (morphine sulfate equivalents) were recorded during hospitalization.

Results & Discussion: The mean opioid consumption during hospitalization was 70.5 ± 2.01 , 71.29 ± 2.6 , and 76.07 ± 2.5 mg in placebo, memantine and duloxetine respectively. One-way ANOVA revealed no statistically significant intergroup differences in opioid consumption ($p > 0.05$). Similarly, no significant differences in mean pain intensity were observed across groups at any timepoint ($p > 0.05$). However, longitudinal analysis (Friedman test) demonstrated a statistically significant reduction in pain intensity over time within all groups ($p < 0.05$), consistent with typical postoperative recovery trajectories.

Conclusion: While both Duloxetine and Memantine were associated with temporal reductions in pain intensity, neither intervention demonstrated statistically significant superiority over placebo in mitigating postoperative pain or opioid demand. Further research into optimal dosing regimens, longer follow-up periods, and synergistic effects with these drugs may provide different findings in TKA pain management.

Keywords: Total knee arthroplasty, Pain, Memantine, Duloxetine.

Accepted: 38 days before printing

Arezoo Batebi, MD¹, Salman Ghaffari, MD², Mehran Zarghami, MD¹, Seyede Fateme Ahmadi Mahali, MSc, Eisa Nazar, PhD^{1,2}, Maryam Rezapour, MD¹

1. Department of Psychiatry, School of Medicine, Psychiatry and Behavioral Sciences Research Center, Addiction Institute, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran.

2. Department of Orthopedics, School of Medicine, Orthopedic Research Center, Sari Imam Khomeini Hospital, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran.

3. Department of Psychology, Sari Branch, Islamic Azad University of Sari, Sari, Iran.

Corresponding Author:
Maryam Rezapour, MD
Email address:
Mr.mns.mr@gmail.com

Introduction

Osteoarthritis (OA) is the most common joint disease, affecting approximately 15% of the population⁽¹⁻³⁾. However, in cases of joint destruction with clinical symptoms such as pain, deformity, and limitation of motion, total knee arthroplasty (TKA) is a final treatment for knee problems⁽⁴⁻⁶⁾. Pain is the most important complication of all surgeries, especially TKA, and half of the patients experience persistent pain for up to one month after TKA, which can be distressing^(7,8). Common interventions include prescribing non-opioid and opioid analgesics to alleviate pain⁽⁹⁾. Duloxetine, an inhibitor of serotonin and norepinephrine reuptake (SNRI) antidepressant with analgesic effects⁽¹⁰⁾, has approving by the U.S. Food and Drug Administration (FDA) for major depressive disorder, generalized anxiety disorder, peripheral neuropathic pain due to diabetic neuropathy, fibromyalgia, and chronic musculoskeletal pain syndromes⁽¹¹⁾. It is also recommended in some guidelines as a first choice for treatment of neuropathic pain⁽¹²⁾. Another analgesic, memantine, is a non-competitive N-methyl-D-aspartate (NMDA) receptor antagonist with low-to-moderate affinity, acting directly on the phencyclidine site of the NMDA receptor channel⁽¹³⁾.

absence of imaging assessments (MRI or serial radiographs) to confirm structural changes; (3) dropout of five patients in the intervention group, which, although addressed by intention-to-treat analyses, may have reduced statistical power; and (4) lack of measurement of serum inflammatory markers or cartilage biomarkers, which could have strengthened clinical–laboratory correlations. Future multicenter studies with larger sample sizes, at least six months of follow-up, and inclusion of biochemical indices are recommended to better establish the durability and long-term safety of the drug.

Regarding safety, no serious adverse events were reported in the intervention group, and the dropout of five participants was due to mild side effects. This finding is consistent with the favorable safety profiles of the drug's components reported in previous studies^(8,9). Nevertheless, caution is advised regarding potential interactions of glucosamine with anticoagulants and monitoring of renal function during long-term MSM use

Conclusion

Daily administration of the kind of nutritious supplement for up to two months, in addition to standard therapy, can provide clinically remarkable improvements in pain, symptoms, physical function, and total WOMAC score in patients with osteoarthritis of knee, showing a clear superiority over placebo. Given its lower cost compared with biologic agents and ease of administration, the kind of nutritious supplement may serve as a valuable adjunct in the first-line management of OA. Longer-term trials with direct comparisons against other common supplements are warranted to consolidate the evidence base.

Acknowledgement

The authors would like to thank the Clinical Research Development Unit of Imam Khomeini Hospital, Mazandaran University of Medical Science Sari, Iran for their support cooperation and assistance throughout the period of study.

References

- 1 Kan H, Chan P, Chiu K, Yan C, Yeung S, Ng Y, et al. Non-surgical treatment of knee osteoarthritis. *Hong Kong Med J*. 2019;25(2):127-133. DOI: 10.12809/hkmj187600.
- 2 Whitaker K.M, Gabriel K.P, Laddu D, White D.K, Sidney S, Sternfeld B, et al. Bidirectional associations of accelerometer measured sedentary behavior and physical activity with knee pain, stiffness, and physical function: The CARDIA study. *Prev Med Rep*. 2021;22:101348. DOI: 10.1016/j.pmedr.2021.101348.
- 3 Mora JC, Przkora R, Cruz-Almeida Y. Knee osteoarthritis: pathophysiology and current treatment modalities. *J Pain Res*. 2018;11:2189. DOI: 10.2147/JPR.S154002.
- 4 Hsu H, Siwec R.M. Knee osteoarthritis. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan. 2023 Jun 26. Bookshelf ID: NBK507884
- 5 Dantas L.O, de Fátima Salvini T, McAlindon T.E. Knee osteoarthritis: key treatments and implications for physical therapy. *Braz J Phys Ther*. 2021;25(2):135-46. DOI: 10.1016/j.bjpt.2020.08.004.
- 6 Katz J.N, Arant KR., Loeser R.F. Diagnosis and treatment of hip and knee osteoarthritis: a review. *JAMA*. 2021;325(6):568-78. DOI: 10.1001/jama.2020.22171.
- 7 Simorgh Darou Attar Company. SIMO TRIFLEX. <https://simorghdarou.com/en/product/simo-triflex-en/> [cited 2025 Oct 26]
- 8 Henrotin Y, Marty M, Mobasheri A. What is the current status of chondroitin sulfate and glucosamine for the treatment of knee osteoarthritis? *Maturitas*. 2014;78(3):184-7. DOI: 10.1016/j.maturitas.2014.04.015.
- 9 Meng F, Li H, Feng H, Long H, Yang Z, Li J, et al. Efficacy and safety of biologic agents for the treatment of osteoarthritis: a meta-analysis of randomized placebo-controlled trials. *Ther Adv Musculoskelet Dis*. 2022;14:1759720x221080377. DOI: 10.1177/1759720x221080377.
- 10 Hsiao A.F, Lien Y.C, Tzeng I.S, Liu C.T, Chou S.H, Horng Y.S. The efficacy of high- and low-dose curcumin in knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Complement Ther Med*. 2021;63:102775. DOI: 10.1016/j.ctim.2021.102775.
- 11 Yang L, Wu BY, Ma L, Li ZD, Xiong H. Comparative efficacy and safety of Chinese herbal medicine for knee osteoarthritis: A protocol for systematic review and network meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2021;100(29):e26671. DOI: 10.1097/MD.00000000000026671.

Discussion

The present study demonstrated that adjunctive administration of the kind of nutritious supplement in osteoarthritis of knee over a 30–60 day period led to significant improvements in the WOMAC subscales of pain, symptoms, physical function, and total score compared with placebo. These differences remained robust even after adjustment for potential confounding factors including age, sex, and baseline values. Only in the stiffness subscale, despite an increase in the mean score in the intervention group, no statistically significant difference was observed after adjustment. This pattern suggests that the active components of the kind of nutritious supplement primarily exert their effects through reducing inflammation and pain and enhancing cartilage matrix repair, while mechanisms underlying the perception of stiffness may require longer intervention durations or may be more dependent on disease burden.

Our findings are compatible with prior documents about the beneficial effects of the key constituents of the present formulation. The efficacy of glucosamine and chondroitin in improving pain and function as well as slowing joint space narrowing has been documented in recent meta-analyses. These agents stimulate type II collagen and proteoglycan synthesis and inhibit metalloproteinase production, thereby shifting the cartilage anabolic–catabolic balance toward repair. Methylsulfonylmethane (MSM), with its anti-inflammatory and antioxidant properties, can suppress NF- κ B signaling and pro-inflammatory cytokine production, thus reducing cartilage degradation⁽⁹⁾. Vitamin D supplementation has also been shown in both animal and human studies to reduce pain, prevent cartilage breakdown, and inhibit expression of MMPs, TNF- α , and IL-6⁽¹⁰⁾; clinical trials have reported that adequate dosing of vitamin D reduces VAS pain and improves strength and quality of life in OA patients⁽¹¹⁾. The synergistic action of these components in a single preparation may therefore produce cumulative effects on inflammatory and reparative pathways, as supported by our findings.

It is noteworthy that improvements were also observed in the control group, likely attributable to standard treatments (diclofenac, physiotherapy, heat therapy) and educational support. However, the effect size in the intervention group was significantly greater. Multivariate ANCOVA demonstrated that the

adjusted mean differences in pain and function scores were 16.11 and 11.19 units, respectively, in favor of the kind of nutritious supplement. Considering that the minimal clinically important difference (MCID) for pain and function on the 100-point WOMAC scale has been reported to be approximately 10–12 units⁽⁵⁾, these results indicate that the observed improvements are not only statistically but also clinically meaningful.

With regard to stiffness, the absence of a significant difference may be explained by two factors: first, the reduced effective sample size after patient dropout ($n = 27$), which limited statistical power to detect small changes; second, the possibility that longer treatment duration is required to improve stiffness arising from structural alterations in the capsule and synovium. Studies with follow-up beyond three months have demonstrated that chondroprotective compounds exert more pronounced delayed effects on stiffness⁽⁸⁾; thus, future trials should be designed with longer follow-up intervals.

Comparison with previous studies on individual components is also important. In a systematic review, Henrotin et al. reported that chondroitin sulfate reduced WOMAC pain by an average of 11 units⁽⁸⁾. The present study showed greater pain relief, which may be attributable to the combined effect of MSM and vitamin D. Furthermore, in a meta-analysis by Meng et al. on biologic agents for OA, mean pain reduction was approximately 8 units and functional improvement about 6 units⁽⁹⁾. Therefore, the kind of nutritious supplement provides comparable or even superior effects within a relatively short timeframe, and from a cost-effectiveness perspective, may hold particular value in national treatment protocols.

From a mechanistic standpoint, the components of the kind of nutritious supplement are likely to target multiple pathways: inhibition of inflammatory cyclooxygenases, reduction of free radicals, induction of matrix protein synthesis, and modulation of nitric oxide synthase. This multi-target approach aligns with the multifactorial pathogenesis of osteoarthritis⁽³⁾ and may explain why the total WOMAC score improved by 14.68 units.

Despite the strengths of the study—including randomized double-blind design, use of a matched placebo, and control of confounders—several limitations should be accepted: (1) the single-center nature of the trial and recruitment from a university clinic in Mazandaran, which may limit generalizability; (2) relatively short follow-up and

Although the mean stiffness subscale score in the intervention group was on average 4.85 units higher than in the control group, this difference was not statistically significant, indicating that the intervention did not have a meaningful effect on reducing stiffness ($P > 0.05$) (Table 3).

After adjusting for the confounding effects of age, sex, and baseline pain, a statistically significant difference in pain scores was observed between the two groups ($P < 0.05$). The mean pain subscale score in the intervention group was, on average, 16.11 units higher than in the control group, indicating that the intervention had a significant effect in improving patients' pain ($P < 0.05$) (Table 4).

After taking into account the effects of age, gender, and starting abilities, a significant difference in

performance scores was found between the intervention and control groups ($P < 0.05$).

The mean function subscale score in the intervention group was, on average, 11.19 units higher than in the control group, suggesting that the intervention significantly improved patients' functional outcomes ($P < 0.05$) (Table 5). After considering the effects of age, sex, and initial WOMAC scores, we found a significant difference in total WOMAC scores between the intervention and control groups ($P < 0.05$). The mean total WOMAC score in the intervention group was, on average, 14.68 units higher than in the control group. This indicates that, overall, the intervention had a statistically significant positive effect on patients' condition as measured by the WOMAC questionnaire ($P < 0.05$) (Table 6).

Table 3: Comparison of stiffness between the two groups using multiple covariance regression analysis adjusted for confounders

Variable (Reference Level)	Coefficient (95% CI)	P-value
Control Group	–	0.130
Intervention	4.85 (–1.58, 11.29)	–

Significant at the 0.05 level. # Adjusted for age, sex, and baseline stiffness.

Table 4: Comparison of pain between the control and intervention groups using multiple covariance regression analysis adjusted for confounders

Variable (Reference Level)	Coefficient (95% CI)	P-value
Control Group	–	<0.001
Intervention	16.11 (12.47, 19.76)	–

Significant at the 0.05 level. # Adjusted for age, sex, and baseline pain.

Table 5: Comparison of function between the control and intervention groups using multiple covariance regression analysis adjusted for confounders

Variable (Reference Level)	Coefficient (95% CI)	P-value
Control Group	–	<0.001
Intervention	11.19 (7.53, 14.84)	–

Significant at the 0.05 level. # Adjusted for age, sex, and baseline function.

Table 6: Comparison of WOMAC total score between the control and intervention groups using multiple covariance regression analysis adjusted for confounders

Variable (Reference Level)	Coefficient (95% CI)	P-value
Control Group	–	<0.001
Intervention	14.68 (11.22, 18.13)	–

Significant at the 0.05 level. # Adjusted for age, sex, and baseline WOMAC total score.

all the WOMAC subscales and the total score ($P < 0.05$). To evaluate within-group changes over time, for comparing the mean WOMAC subscale and total scores in the intervention group, the Wilcoxon signed-rank test was used. In the control group, statistically significant differences were seen in each subscales and the total score between baseline and post-intervention ($P < 0.05$).

Similarly, in the intervention group, statistically significant improvements were observed in each subscales and the total WOMAC score over time ($P < 0.05$), indicating that the intervention effect was statistically significant.

Comparison of WOMAC Outcomes Between Two Groups After Adjustment for Confounders

To compare WOMAC subscale and total scores between the two groups while controlling for confounding variables (age, sex, and baseline scores), a multiple covariance regression analysis (ANCOVA)

model was applied. The results of the ANCOVA analyses are presented in Tables 2–6.

After adjustment for the effects of age, sex, and baseline symptom scores, a statistically significant difference was found in symptom severity between two groups ($P < 0.05$).

Specifically, the mean symptom subscale score in the intervention group was, on average, 15.30 units greater than in the control group. This finding indicates that the intervention produced a significant effect in reducing patients' symptom severity ($P < 0.05$) (Table 2).

Comparison of WOMAC Outcomes Between the Control and Intervention Groups After Adjustment for Confounders (continued)

After adjustment for the confounding effects of age, sex, and baseline stiffness, no statistically significant difference in stiffness scores was seen between the two groups ($P > 0.05$).

Table 1: Comparison of Mean WOMAC Questionnaire Scores (out of 100) Between Control and Intervention Groups Over Time

Subscale	Timepoint	Group		Test result
		Control	Post-intervention	
Symptoms	Baseline	9.35±50.00	10.33±65.33	0.85
	Post-intervention	8.45±03.00	10.59±31.44	< 0.001*
Result		< 0.001*	< 0.001*	
Stiffness	Baseline	13.40±83.62	3.26±55.24	< 0.001*
	Post-intervention	8.50±98.00	10.58±86.79	0.004*
Result		0.024*	< 0.001*	
Pain	Baseline	6.45±46.83	4.45±04.16	0.75
	Post-intervention	7.51±05.38	7.67±39.79	< 0.001*
Result		0.013*	< 0.001*	
Function (ADL)	Baseline	6.54±79.04	4.56±30.59	0.32
	Post-intervention	11.59±10.55	9.74±39.40	< 0.001*
Result		< 0.001*	< 0.001*	
Total WOMAC	Baseline	2.48±07.10	3.48±80.03	0.45
	Post-intervention	7.54±13.54	7.69±33.68	< 0.001*
Result		< 0.001*	< 0.001*	

* Significant at the 0.05 level. Values are reported as Mean ± Standard Deviation.

Table 2: Comparison of Symptom Severity Between two Groups Using Multiple Covariance Regression Model with Adjustment for Confounders

Variable (Reference Level)	Coefficient (95% Confidence Interval)	P-value
Group (Control)	-	< 0.001*
Intervention	15.30 (19.41,11.18)	

* Significant at the 0.05 level. Adjusted for age, gender, and baseline symptom measurement.

Post-intervention assessment: After 30 to 60 days, participants were re-evaluated. Pain questionnaires and joint function tests were completed and recorded at follow-up.

Statistical Analysis

Quantitative variables were summarized using measures of central tendency and dispersion (mean \pm standard deviation), and qualitative variables were presented as frequencies (percentages). Prior to statistical analyses, We checked if the quantitative variables followed a normal distribution using the Kolmogorov–Smirnov test. To compare the average numbers between the group that received the treatment and the group that did not, the independent samples t-test was applied when data followed a normal distribution; otherwise, the non-parametric Mann–Whitney U test was used. To compare the distribution of qualitative variables between groups, the chi-square test or Fisher’s exact test was employed, as appropriate.

In addition, to compare WOMAC subscale scores and the total WOMAC score between the two groups while controlling for potential confounders such as age, sex, and baseline scores, a multiple covariance regression analysis (ANCOVA) model was applied. All statistical analyses were conducted using SPSS version 20, with a significance level set at 0.05.

Results

64 patients were enrolled in this study and were randomly assigned into two groups of 32 patients each (intervention and control group). In the intervention group, five patients discontinued the study due to adverse effects, leaving 27 patients who completed the treatment protocol. In the control group, 18 patients (56.20%) were female and 14 (43.80%) were male, while in the intervention group, 14 patients (51.90%) were female and the remaining participants were male. Chi-square test results showed no statistically significant difference in sex distribution between the two groups ($P = 0.73$) (Figure 1). The mean age of participants in the control group was 58.93 ± 5.65 years, compared with 59.77 ± 6.44 years in the intervention group. According to the Mann–Whitney U test, there was no important difference in average age between the two groups ($P = 0.40$) (Figure 2). Therefore, the control

and intervention groups were comparable in terms of age and sex.

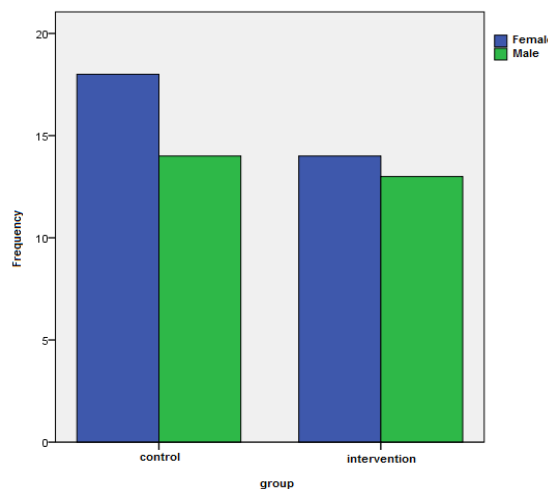


Figure 1: Distribution of sex in the control and intervention groups.

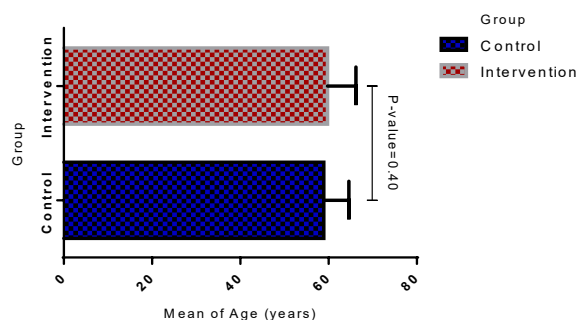


Figure 2: Comparison of mean age between the control and intervention groups.

Comparison of WOMAC Subscale Scores and Total Score Between two Groups Over Time

Based on patient responses to the 33 items of the WOMAC questionnaire, subscale and total scores were converted to a 0–100 scale, and higher scores indicated better outcomes and greater improvement. The WOMAC results are presented in Table 1.

At the start, the Mann–Whitney U test showed a meaningful difference between the two groups only in the stiffness measurement ($P < 0.05$). No significant differences were observed in the mean scores of the other subscales or in the total WOMAC score between the two groups ($P > 0.05$). At post-intervention assessment, Mann–Whitney U test. The results showed differences between the control group and the group that received the intervention in

Current pharmacological treatments cover a wide spectrum, and surgical interventions are reserved for advanced cases^(5,6). However, due to the limited efficacy of available medications, research into novel treatment approaches remains an area of interest.

Simotriax tablets are supplied in packs of 60. Each tablet contains glucosamine hydrochloride, chondroitin sulfate, methylsulfonylmethane (MSM), vitamin D3, as well as excipients such as povidone, magnesium stearate, and croscarmellose sodium⁽⁷⁾.

Chondroitin sulfate and glucosamine sulfate produces useful results on the metabolism of joint-derived cells in experimental models, including chondrocytes, synoviocytes, and subchondral bone cells, each play critical roles in pathogenesis of osteoarthritis. These compounds enhance type II collagen and proteoglycan synthesis in articular chondrocytes of human, Stop the making of substances that cause inflammation and break down proteins, lower cell death, and help balance the build-up and breakdown of the cartilage outside the cells (ECM). Clinical trials have shown favorable effects of chondroitin sulfate and glucosamine on pain and functional outcomes, with recent meta-analyses showing modest but significant reductions in joint space narrowing. Accordingly, international guidelines recommend these agents for treatment of osteoarthritis in hip and knee joints⁽⁸⁾.

Methylsulfonylmethane (MSM), a naturally occurring organosulfur compound found in different types of plants, has demonstrated several biological features, including anti-inflammatory and antioxidant effects, in both laboratory and clinical studies. MSM has been widely used as a dietary supplement for its analgesic, anti-inflammatory, and antioxidant benefits⁽⁹⁾.

Vitamin D supplementation has been shown to significantly reduce OA-related pain, inflammation, cartilage degradation, and levels of matrix metalloproteinases (MMPs). In addition, vitamin D decrease the pro-inflammatory cytokines such as TNF- α , IL-1 β , and IL-6⁽¹⁰⁾. Vitamin D2 supplementation may decrease oxidative protein damage, alleviate pain (VAS scores), improving the quality of life, grip strength, and physical function in osteoarthritis of joints⁽¹¹⁾.

Available evidence suggests that the kind of nutritious supplement, due to its multi-component formulation, may reduce joint stiffness and swelling, enhance mobility and flexibility, support cartilage repair and regeneration, and increase synovial fluid concentration⁽⁷⁾. Nevertheless, further clinical

evidence is required. This study was made to see how well a special healthy supplement helps decrease pain and joint function improvement in patients with osteoarthritis of knee.

Materials & Methods

This study was set up as a randomized, double-blind clinical trial and was carried out on patients who attended orthopedic clinics affiliated with Mazandaran University of Medical Sciences in 2024. Patients were randomly dedicated to either the intervention or control group using block randomization.

Inclusion criteria: (1) patients aged 50–70 years diagnosed with knee osteoarthritis confirmed by a specialist and graded as 2 or 3 on radiographs; (2) absence of diabetes mellitus and hypertension; and (3) providing written informed consent to participate in the study.

Exclusion criteria: (1) a history of systemic diseases, (2) a history of infectious diseases, (3) a history of vascular disorders, (4) coagulation abnormalities, and (5) severe knee deformities or structural abnormalities.

Intervention group (the kind of nutritious supplement): Participants in this group received the kind of nutritious supplement in addition to standard therapy, which consisted of diclofenac sodium (administered according to the recommended dosing regimen), physiotherapy, and joint warming.

Control group (placebo): Participants in this group received the same standard therapy as above (diclofenac sodium, physiotherapy, and joint warming) along with a placebo. The placebo tablets were identical in appearance and packaging to the kind of nutritious supplement and were manufactured by the same company producing the active drug.

Outcome measures and assessment

Joint function was assessed using the Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC), which assess pain, stiffness, and physical function.

Baseline assessment: Before the intervention, baseline evaluations were performed for each participant. These included collection of demographic data, pain assessments, and functional joint tests.

Evaluation of the Effectiveness of a Kind of Nutritious Supplement on Pain and Joint Function in Patients with Knee Osteoarthritis

Abstract

Introduction: Osteoarthritis (OA) is a common joint problem that primarily affects the knee joint, leading to significant disability and imposing a substantial burden on healthcare systems. Therefore, treatment aimed at minimizing physical dysfunction in these patients is of great importance. This study aimed to assess how well a type of nutritional supplement works to reduce pain and improve joint function in people with knee osteoarthritis.

Materials & Methods: This study was a randomized, double-blind clinical trial conducted on patients who presented to the orthopedic clinics in one year. Patients in the intervention group received a kind of nutritious supplement along with standard therapy, but control group received standard therapy with a placebo. Statistical analyses were performed using SPSS version 20, with the significance level described 0.05.

Results & Discussion: The mean age was 58.93 ± 5.65 years in the control and 59.77 ± 6.44 years in intervention groups, and no statistically significant difference between them ($P > 0.05$). Results from multiple covariance regression analysis demonstrated a statistically significant difference between the two groups in terms of pain severity, symptom scores, functional capacity, and total WOMAC score ($P < 0.05$).

Conclusion: Daily administration of this nutritious supplement for up to two months, in addition to standard therapy, is recommended for patients with knee osteoarthritis. This regimen can result in clinically meaningful improvement in pain, symptom severity, functional capacity, and total WOMAC score.

Keywords: Food assistance, Osteoarthritis, Knee, Functional status, Pain.

Accepted: 36 days before printing

Masoud Shayesteh Azar, MD¹, Eisa Nazar¹, Mohammad Mohsen Hosseinian¹, Fatemeh Fekri, MD²

1. Orthopedic Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran.
2. Student Research Committee, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran.

Introduction

Osteoarthritis (OA) is one of the most prevalent joint disorders, particularly affecting the knee joint. This condition results in progressive degeneration and thinning of articular cartilage, bone-on-bone friction, and increased inflammation in the synovial fluid. These processes lead to clinical manifestations such as joint swelling, pain, reduced range of motion, stiffness, and joint instability⁽¹⁾. Contributing factors for knee osteoarthritis include trauma, excessive load due to obesity, strenuous physical activities such as mountaineering and football, genetic predisposition, as well as septic and aseptic arthritis. The prevalence of osteoarthritis rises with age. Although it is more commonly observed among the elderly, degenerative and inflammatory changes of the joints can occur in adults of all ages, particularly athletes. Osteoarthritis of knee is a common reason of disability, especially functional impairment, and imposes considerable costs on patients and healthcare systems⁽²⁾. It is estimated that, with an aging population in the United States, the prevalence of osteoarthritis will increase by 10–66% by 2024, thereby greatly escalating its economic burden⁽³⁾. Symptomatic knee OA occurs in approximately 12% of individuals over 60 years of age and 6% of all adults over 30 years of age in the United States⁽⁴⁾.

The primary therapeutic goals in knee OA include pain relief and preservation of physical function. Compounds that stimulate cartilage synthesis, inhibit cartilage degradation, and reduce intra-articular inflammation may play a key role in slowing disease progression, alleviating symptoms, and reducing the required dosage of conventional drugs.

Corresponding Author:
Fatemeh Fekri, MD
Email address:
fateme.fekri123@gmail.com

- 19 Kaviani H, Seyfourian H, Sharifi V, Ebrahimkhani N. Reliability and validity of anxiety and depression hospital scales (HADS): Iranian patients with anxiety and depression disorders. 2009.
- 20 Kashfi SS, Abdollahi G, Hassanzadeh J, Mokarami H, Khani Jaihooni A. The relationship between osteoporosis and depression. *Scientific Reports*. 2022;12(1):11177. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-15248-w>.
- 21 Cizza G. Major depressive disorder is a risk factor for low bone mass, central obesity, and other medical conditions. *Dialogues in clinical neuroscience*. 2011;13(1):73-87. <https://doi.org/10.31887/DCNS.2011.13.1/gcizza>.
- 22 Eskandari F, Martinez PE, Torvik S, Phillips TM, Sternberg EM, Mistry S, et al. Low bone mass in premenopausal women with depression. *Archives of Internal Medicine*. 2007;167(21):2329-2336. doi:10.1001/archinte.167.21.2329.
- 23 Haliloğlu S, Uzkeser H, İçağasioğlu A. The Effect of Back Pain on Quality of Life, Sleep Quality and Depression in Patients with Postmenopausal Osteoporosis. *Osteoporoz*. 2014;20(1). DOI: 10.4274/tod.35229.
- 24 Saei Gharenaz M, Ozgoli G, Aghdashi MA, Salmany F. Relationship between depression and osteoporosis in women. *Studies in Medical Sciences*. 2015;26(1):10-16. <http://umj.umsu.ac.ir/article-1-2716-en.html>
- 25 Ljubicic Bistrovic I, Roncevic-Grzeta I, Crncevic-Orlic Z, Franciskovic T, Ljubicic R, Orlic A, et al. Connection of depression and bone loss in perimenopausal and postmenopausal women. *Collegium antropologicum*. 2012;36(4):1219-1223. PMID: 23390814.
- 26 Ozsoy S, Esel E, Turan MT, Kula M, Demir H, Kartalci S, et al. Is there any alteration in bone mineral density in patients with depression? *Turk Psikiyatri Derg*. 2005;16(2):77-82. PMID: 15981144.

(2) the examination of various variables related to osteoporosis; and (3) the use of data recorded in the Osteoporosis Registry System of Mazandaran University of Medical Sciences, which serves as one of the World Health Organization's designated databases in Iran.

One of the main limitations of the present study is its relatively small sample size and limited generalizability. This is due to the fact that the study population consisted solely of individuals who visited the osteoporosis clinic, which may not be fully representative of the broader population. As a result, there is a potential concern regarding the practicality of the findings to the general population.

Conclusion

The findings of our study indicate that the prevalence of symptoms of depression in osteoporotic patients was high. Therefore, depression as a significant factor should be considered in the management of osteoporosis. In addition, the results of this study may serve as a basis for implementing educational programs targeted at individuals with osteoporosis, aiming to support improving mental health in patients and families, particularly in managing and reducing depression.

Acknowledgement

The authors would like to thank the Clinical Research Development Unit of Imam Khomeini Hospital, Mazandaran University of Medical Science Sari, Iran for their support cooperation and assistance throughout the period of study.

References

- 1 Kanis J, Johnell O, Oden A, Sernbo I, Redlund-Johnell I, Dawson A, et al. Long-term risk of osteoporotic fracture in Malmö. *Osteoporosis international*. 2000;11:669-674. <https://doi.org/10.1007/s001980070064>
- 2 WA P. Consensus development conference: diagnosis, prophylaxis, and treatment of osteoporosis. *Am J Med*. 1993;94(6):646-650.
- 3 Genant HK, Cooper C, Poor G, Reid I, Ehrlich G, Kanis J, et al. Interim report and recommendations of the World Health Organization task-force for osteoporosis. *Osteoporosis international*. 1999;10(4):259. DOI:10.1007/s001980050224
- 4 Rossini M, Adami S, Bertoldo F, Diacinti D, Gatti D, Giannini S, et al. Guidelines for the diagnosis, prevention and management of osteoporosis. *Reumatismo*. 2016;68(1):1-39. DOI: 10.4081/reumatismo.2016.870
- 5 Chow L, Chow TW, Chai J, Mattheos N. Bone stability around implants in elderly patients with reduced bone mineral density—a prospective study on mandibular overdentures. *Clinical oral implants research*. 2017;28(8):966-973. <https://doi.org/10.1111/clr.12907>.
- 6 Kanis JA. Assessment of osteoporosis at the primary health-care level. Technical report; 2007.
- 7 Handa R, Kalla AA, Maalouf G. Osteoporosis in developing countries. *Best practice & research Clinical rheumatology*. 2008;22(4):693-708. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2008.04.002>.
- 8 Bazrafshan H, Qorbani M, Shadpour Rashti H, Aghaei M, Safari R. Prevalence of osteoporosis and its association with demographic characteristics-Gorgan, Iran. *Hormozgan Med J*. 2011;15(1):56-62.
- 9 Yazdani S, Asli AI, Salemi A, Asli AI, Heidarnia MA, Sarbakhsh P. Determination of clinical decision rule for estimation of bone mineral density in women. *Medical Principles and Practice*. 2011;20(5):416-421. DOI: 10.1159/000542478.
- 10 Rosenblat J, Gregory J, Carvalho A, McIntyre R. Depression and disturbed bone metabolism: a narrative review of the epidemiological findings and postulated mechanisms. *Current Molecular Medicine*. 2016;16(2):165-178. DOI: 10.2174/1566524016666160126144303.
- 11 Lips P, van Schoor NM. Quality of life in patients with osteoporosis. *Osteoporosis international*. 2005;16(5):447-455. <https://doi.org/10.1007/s00198-004-1762-7>.
- 12 Mezuk B, Eaton W, Golden S. Depression and osteoporosis: epidemiology and potential mediating pathways. *Osteoporosis International*. 2008;19(1):1-12. <https://doi.org/10.1007/s00198-007-0449-2>.
- 13 Chau K, Atkinson SA, Taylor VH. Are selective serotonin reuptake inhibitors a secondary cause of low bone density? *Journal of osteoporosis*. 2012;2012(1):1-7. <https://doi.org/10.1155/2012/323061>.
- 14 Ramasubbu R, Taylor VH, Samaan Z, Sockalingham S, Li M, Patten S, et al. The Canadian Network for Mood and Anxiety Treatments (CANMAT) task force recommendations for the management of patients with mood disorders and select comorbid medical conditions. *Annals of Clinical Psychiatry*. 2012;24(1):91-109. <https://doi.org/10.1177/104012371202400110>.
- 15 Kallala R, Barrow J, Graham SM, Kanakaris N, Giannoudis PV. The in vitro and in vivo effects of nicotine on bone, bone cells and fracture repair. *Expert opinion on drug safety*. 2013;12(2):209-233. <https://doi.org/10.1517/14740338.2013.770471>
- 16 Lee CW-S, Liao C-H, Lin C-L, Liang J-A, Sung F-C, Kao C-H, editors. Increased risk of osteoporosis in patients with depression: a population-based retrospective cohort study. *Mayo Clinic Proceedings*; 2015: 63-70. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2014.11.009>.
- 17 Hsiao M-C, Liu C-Y, Wang C-J. Factors associated with low bone density among women with major depressive disorder. *The International Journal of Psychiatry in Medicine*. 2012;44(1):77-90. <https://doi.org/10.2190/PM.44.1.f>.
- 18 Sepehrmanesh Z, Zamani B, Pirasteh P, Rahimi H, Saei R. Prevalence of Depressive Symptoms in People With Osteoporosis Referred to the Bone Densitometry Center of a Hospital in Kashan. *Qom University of Medical Sciences Journal*. 2023;17:597-610. <https://doi.org/10.32598/qums.17.2871.1>.

Discussion

The present study conducted to find the prevalence of the symptoms of depression and associated factors in patients with osteoporosis. This study indicated that 68.57% of the patients exhibited symptoms of depression. The overall mean age of participants was 63.86 ± 6.80 years. Among them, 91.4% were female, and the remaining were male. Depressive symptoms were observed in 65.60% of women and in all male patients. The mean age among patients with and without depressive symptoms was 63.67 ± 6.67 and 64.27 ± 7.40 years, respectively.

Among patients with diabetes, 46.70% exhibited depressive symptoms, while depressive symptoms were observed in 85.00% of non-diabetic patients. Additionally, depressive symptoms were present in 73.10% of patients not using antidepressants and in 55.60% of those who were.

Statistical analysis revealed a single significant inverse relationship: patients with diabetes were significantly less likely to present with depressive symptoms compared to those without diabetes ($P < 0.05$). However, no statistically significant associations were found between depressive symptoms and variables such as age, gender, substance use, smoking, corticosteroid use, current fracture status, use of antidepressant medications, or comorbidities including hypertension, thyroid disease, cardiovascular disease, and rheumatoid arthritis ($P > 0.05$).

Sepehrmanesh et al.⁽¹⁸⁾, in a study conducted on 150 patients with osteoporosis, reported a prevalence of depressive symptoms of 86%. Among these individuals, 19 (12.7%) had mild depression, 47 (31.3%) had moderate depression, and 63 (42.0%) experienced severe depression. The overall mean age of participants was 55.50 ± 9.50 years. The study also confirmed a statistically significant association between the symptoms severity and both psychiatric medication and a family history of depression. However, there was no significant associations between the depression severity and gender, level of education, marital status, smoking, and history of diabetes. These findings were incoherent with our results, a discrepancy that could be attributed to differences in the populations and the relatively small sample size of our investigation.

Bazrafshan et al.⁽⁸⁾ examined the incidence of osteoporosis and its association with certain demographic indicators in patients referred to

densitometry centers in Gorgan. Their findings revealed a statistically significant relationship between age and bone mineral density (BMD) in both the femur lumbar spine. Specifically, for each unit increase in age, BMD decreased by 0.32 in the lumbar and 0.42 in the femur. A statistically significant association was also observed between BMD and body mass index (BMI) in the lumbar, whereas the corresponding relationship in the femoral region was not statistically significant. Moreover, no statistically significant associations were identified between variables such as age, gender, education level, marital status, regular physical activity, history of diabetes, or smoking and BMD in femur or lumbar spine. These findings were in line with those of the present study. Additionally, our study found that the mean values of T-score Th, T-score spine, and T-score FN in patients with depressive symptoms were lower than those without. However, no statistically significant association was found between the presence of symptoms of depression and the bone densitometry results (T-score Th, T-score spine, and T-score FN) ($P > 0.05$).

Kashfi et al.⁽²⁰⁾ evaluated the relationship between osteoporosis and depression by comparing levels of depression in osteoporotic patients and healthy individuals.

Their results showed that depression levels were significantly higher in osteoporotic patient. In recent years, many studies have found the relationship between the depression and osteoporosis, often yielding contradictory findings. According to a study by Kizza⁽²¹⁾, patients with major depressive disorder had less bone mineral density and a more osteoporosis prevalence. Similarly in study of Eskandari et al.⁽²²⁾, on premenopausal women, reported the association of depression with reduced bone density. Another study also indicated that depressive disorder was linked to decreased BMD in femur and spine⁽²³⁾.

The findings of all these studies contrast with our results. These discrepancies could be due to factors such as the relatively small sample size of the present study, differences in study populations, and other influential behavioral and biological variables such as culture, style of life, hormone therapy, and genetic predispositions. Nonetheless, some researchers have reported results consistent with those of our study⁽²⁴⁻²⁶⁾.

The power of our study were: (1) including the patients with a confirmed diagnosis of osteoporosis;

Table 2: The Distribution of Clinical Characteristics in Osteoporotic cases based on Depressive Symptoms

Variable		Total	Depression Symptom		P-value
			No	Yes	
Anti-depression Drugs	No	26 (100)	7 (26.90)	19 (73.10)	0.32
	Yes	9 (100)	4 (44.40)	5 (55.60)	
Diabetes	No	20 (100)	3 (15.00)	17 (85.00)	0.02*
	Yes	15 (100)	8 (53.30)	7 (46.70)	
Hypertension	No	10 (100)	4 (40.00)	6 (60.00)	0.68
	Yes	25 (100)	7 (28.00)	18 (72.00)	
Thyroid disease	No	28 (100)	10 (35.70)	18 (64.30)	0.39
	Yes	7 (100)	1 (14.30)	6 (85.70)	
Cardiovascular disease	No	26 (100)	9 (34.60)	17 (65.40)	0.68
	Yes	9 (100)	2 (22.20)	7 (77.80)	
Rheumatoid arthritis	No	18 (100)	7 (38.90)	11 (61.10)	0.27
	Yes	17 (100)	4 (23.50)	13 (76.50)	

Significant at the 0.05 level. Values are reported as frequency (percentage).

Table 3: Evaluation of the Association Between Current Fracture Site and Depressive Symptoms in osteoporotic Patients

Variable		Total	Depression Symptom		P-value
			No	Yes	
Current fracture site	Radius	5 (100)	2 (40.00)	3 (60.00)	0.09
	Wrist or ankle	10 (100)	5 (50.00)	5 (50.00)	
	Lumbar vertebra	10 (100)	3 (30.00)	7 (70.00)	
	Other	9 (100)	0 (0.00)	9 (100.00)	

Significant at the 0.05 level. Values are reported as frequency (percentage)

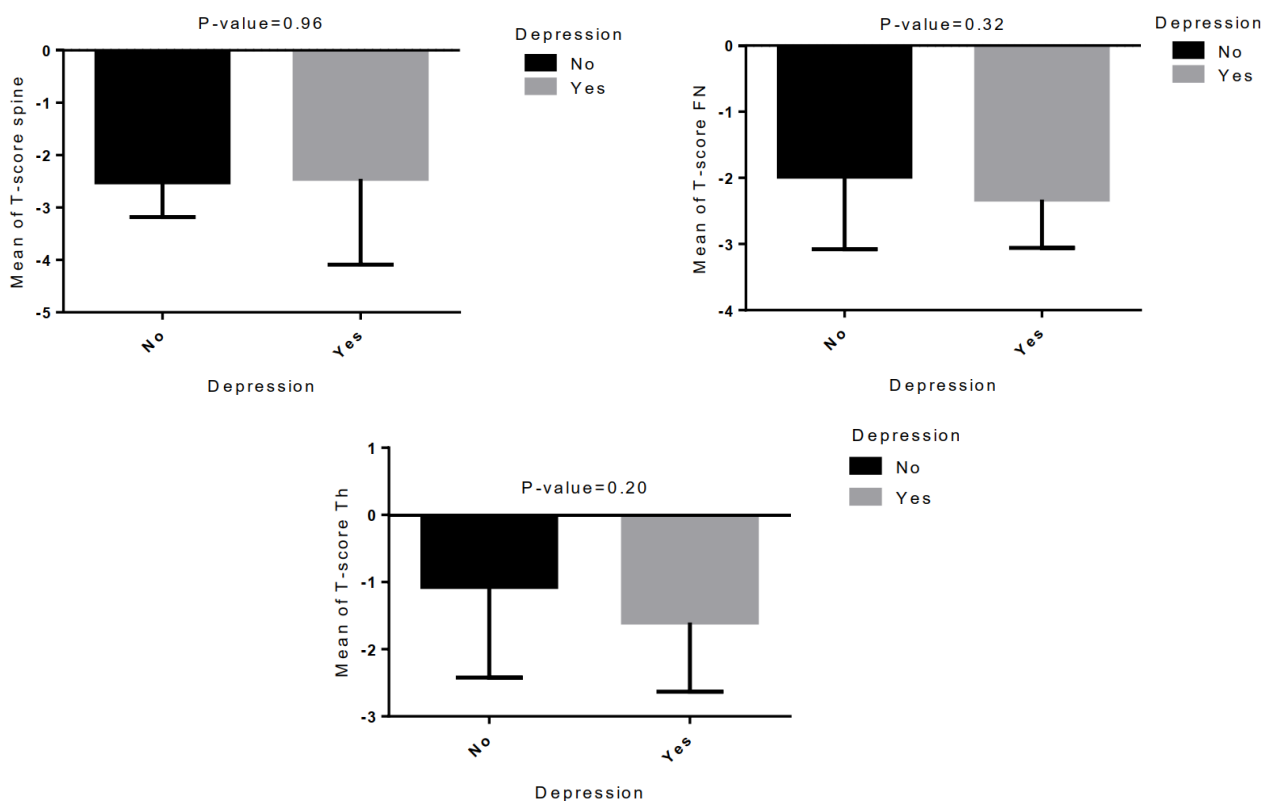


Figure 1: Comparison of Mean T-Score Values of Osteoporotic Patients regarding Depressive Symptoms

Results

In this study, 35 patients with osteoporosis were examined for any sign of depressive symptoms. Depressive symptoms were found in 24 patients (68.57%). The demographic and clinical characteristics of the patients are presented in Table 1 and 2. As shown, 32 patients (91.40%) were female, and 3 patients (8.60%) were male. Depressive symptoms were identified in 65.60% of women and all male participants. However, with Fisher's exact test, there was no statistically significant association between gender and the presence of depressive symptoms ($P > 0.05$).

The overall mean age of patients was 63.86 ± 6.80 years and that was 63.67 ± 6.67 years in depressed patients with and 64.27 ± 7.40 years in no symptomatic cases, and results from the Mann-Whitney test showed that there is no statistically significant difference in mean age between the two groups ($P > 0.05$).

Similarly, substance use (67.70% vs. 75.00%) and smoking (67.60% vs. 100.00%) did not show a statistically significant association with the presence of depressive symptoms ($P > 0.05$). Moreover, based on the results of Fisher's exact test, no statistically significant association was found between the corticosteroid use and presence of current fractures with depressive symptoms in osteoporotic patients ($P > 0.05$) (Tables 1 and 2).

Among patients with diabetes, 7 individuals (46.70%) exhibited depressive symptoms, while among non-diabetic patients, 17 individuals (85.00%) had depressive symptoms. There was a statistically

significant association between diabetes and the presence of depressive symptoms in patients with osteoporosis according to Chi-square test results ($P < 0.05$).

Furthermore, depressive symptoms were observed in 73.10% of patients who were not taking antidepressants and in 55.60% of those who were. However, according to Fisher's exact test, no statistically significant association was found between antidepressant use and depressive symptoms in patients with osteoporosis ($P > 0.05$). Additionally, the results of statistical analyses indicated no significant associations between the presence of depressive symptoms and comorbidities such as hypertension, thyroid disorders, cardiovascular diseases, and rheumatoid arthritis ($P > 0.05$).

The prevalence of depressive symptoms based on the site of current fracture is presented in Table 3. Depressive symptoms were observed in 60% of patients with current fractures in the radius, 50% of those with fractures in the wrist or ankle, 70% of those with lumbar vertebra fractures, and in all patients with fractures in other regions. However, statistical analysis showed no significant association between the location of the current fracture and depressive symptoms ($P > 0.05$).

The results of bone mineral density assessments, including T-score values for the total hip (TH), spine, and femoral neck (FN), based on the depressive symptoms, are illustrated in Figure 1. As shown, the mean T-scores for TH, spine, and FN were lower in cases with depressive symptoms, but without any statistically significant differences ($P > 0.05$).

Table 1: Assessment of the Association Between Patients' Demographic Characteristics and the Presence of Depressive Symptoms

Variable		Total	Depression Symptom		P-value
			No	Yes	
Age	mean \pm SD	63.86 \pm 6.80	64.27 \pm 7.40	63.67 \pm 6.67	0.78
Sex	Female	32 (100)	11 (34.40)	21 (65.60)	0.53
	Male	3 (100)	0 (0.00)	3 (100.00)	
Substance Use	No	31 (100)	10 (32.30)	21 (67.70)	0.99
	Yes	4 (100)	1 (25.00)	3 (75.00)	
Cigarette Smoking	No	34 (100)	11 (32.40)	23 (67.60)	0.99
	Yes	1 (100)	0 (0.00)	1 (100.00)	
Corticosteroid use	No	30 (100)	8 (26.70)	22 (73.30)	0.29
	Yes	5 (100)	3 (60.00)	2 (40.00)	
Current fracture	No	19 (100)	5 (26.30)	14 (73.70)	0.71
	Yes	16 (100)	6 (37.50)	10 (62.50)	

Significant at the 0.05 level. Values are reported as frequency (percentage).

Evidence also indicates that common pro-inflammatory cytokines, such as IL-1B, INF, TNF α , and IL-6, act as key mediators between depression and increased medical complications, including osteoporosis⁽¹²⁾. Treatment of depression with Selective Serotonin Reuptake Inhibitors (SSRIs) implicated as a contributing factor to osteoporosis⁽¹³⁾. According to the guidelines of the Canadian Network for Mood and Anxiety Treatments (CANMAT), patients with depression who are over 40 years of age or have used antidepressants for more than two years, as well as individuals who smoke, should undergo BMD screening^(14,15).

Findings from a study by Wei-Sheng Lee et al.⁽¹⁶⁾ conducted in Taiwan indicated that the odds of developing osteoporosis among the depressed patients are higher 1.3 times more than in non-depressed individuals. Another study also reported a significant relation between depression and reduced bone density⁽¹⁷⁾. Sepehrmanesh et al. reported a depression prevalence of 57.3% among patients with osteoporosis in Iran and found a significant association between depressive symptoms and family history of depression also use of psychiatric medications⁽¹⁸⁾.

Given the considerable and direct impact of both conditions on patients' quality of life—and in light of the conflicting results across studies examining the relationship between depression and osteoporosis—this study was designed for finding the prevalence of the symptoms of depression and associated factors in osteoporotic patients.

Materials & Methods

This study was a cross-sectional analytical study was designed on 35 cases that was diagnosed with osteoporosis who visited the osteoporosis clinic at Imam Khomeini Hospital in Sari in 2024. These patients' data were registered in the Osteoporosis Registry at Mazandaran University of Medical Sciences. At this center, patients presenting with low-energy fractures and suspected osteoporosis undergo definitive diagnosis via BMD testing and are then registered for further specialized treatment. Patients were selected using convenience sampling. Inclusion criteria were:

- (1) A confirmed diagnosis of osteoporosis;
- (2) Informed consent;
- (3) The presence of a low-energy fracture.

Exclusion criteria included:

- (1) missing values in registry data;
- (2) incomplete questionnaires;
- (3) refusal to participate.

Data Collection Instruments

Patient data included two main sources:

- (1) registry records from the OSTEOPAD (FLS) system and the Osteoporosis Registry of the Orthopedic Research Center
- (2) the Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) questionnaire.

A researcher-designed checklist was used to collect demographic and clinical information, including age, gender, substance use, smoking, corticosteroid use, current fracture site, BMD test results (T-scores of Total Hip, Spine and Femoral Neck), and comorbidities such as diabetes, hypertension, thyroid disease, heart disease, and rheumatoid arthritis.

Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS)

This self-report 14-item tool evaluates the presence and severity of depression and symptoms of anxiety in patients. It comprises two 7-item subscales: one for depression and one for anxiety. To reduce false positives, somatic symptoms are excluded. Each item has four response options scored from 0 to 3. A cut-off score of 11 or higher is considered clinically significant. Kaviani et al. confirmed the reliability and validity of the Persian version⁽¹⁹⁾, with Cronbach's alpha of 0.91 for the full scale, and 0.70 for the depression subscale, also 0.85 for the anxiety subscale.

Statistical Analysis

The statistical analysis included mean and standard deviation for quantitative and frequency (percent) for qualitative variables. To assess normality, The Kolmogorov-Smirnov test was used. Depending on distribution, comparisons between patients with and without depressive symptoms were conducted using the independent t-test or the non-parametric Mann-Whitney U test.

For analyzing the associations between categorical variables, Chi-square or Fisher's exact tests were used. All analyses were performed using SPSS version 20 at a significance level of 0.05.

Depression and Associated Factors in Patients with Osteoporosis

Abstract

Introduction: Osteoporosis is currently a public health problem and is known as the silent disease of the century. The complications of osteoporosis affect people's lives and lead to anxiety and depression. The main purpose of our study is to determine the frequency of depressive symptoms and related factors in patients with osteoporosis.

Materials & Methods: The present study is an analytical cross-sectional study that was conducted on 35 patients with osteoporosis who referred to the osteoporosis clinic of a teaching hospital between March 2024 and March 2025. Patient information was gathered using a researcher-made checklist and the Hospital Anxiety and Depression (HADS) questionnaire. All statistical analyses were performed using SPSS 20 software at a significance level of 0.05.

Results & Discussion: Out of the 35 patients studied, 24(68.57%) exhibited depressive symptoms. Of these, 32(91.40%) were female, and 3(8.60%) were male. Depressive symptoms were observed in 65.60% of women and in all men. The overall mean age of the patients was 63.86 ± 6.80 years. Among the patients, 7(46.70%) with diabetes and 17(85.00%) without diabetes had depressive symptoms, showing a statistically significant link between diabetes and depressive symptoms in osteoporosis patients ($P < 0.05$). However, no statistically significant association was found between other variables and depressive symptoms in patients with osteoporosis ($P > 0.05$).

Conclusion: The findings of the present study suggests that the frequency of depressive symptoms is high in patients with osteoporosis; therefore, it should be considered as an important factor in the treatment of osteoporosis.

Keywords: Osteoporosis, Depression, Densitometry.

Accepted: 35 days before printing

Shiva Moemeni¹, Mohammad Mohsen Hoseinian², Asieh Katouk³, Seyedeh Masoumeh Hoseini Marzroudi²,
Eisa Nazar²

1. Psychology Department, Islamic Azad University, Ahar Branch, Ahar, Iran.

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

3. Psychiatry and Behavioral Sciences Research Center, Addiction Institute, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran.

Introduction

Osteoporosis is one of the major diseases that affected ten percent of women and twenty percent of men older than 50 years of age in the world⁽¹⁾. It is a systemic skeletal disorder by reducing the bone mass and qualitative changes (in macro- and micro-architecture as well as the material properties of bone), also increasing the fractures risk will be the result. Given its prevalence and global spread, osteoporosis now is a difficult problem in public health^(2,3).

Primary osteoporosis occurs after menopause (postmenopausal osteoporosis) or with aging (senile osteoporosis), whereas secondary osteoporosis results from a range of diseases or the use of certain medications⁽⁴⁾. The World Health Organization (WHO), defined the osteoporosis by a bone mineral density (BMD) with a T-score of ≤ -2.5 ⁽⁵⁾. It is appraised that 200 million women are affected by osteoporosis in the world—about 10% at age 60, 20% at age 70, 40% at age 80, and 75% at age 90. Moreover, people with osteoporosis in Europe, the United States, and Japan is estimated at 75 million⁽⁶⁾. Studies have shown that Asians have the lowest BMD compared to other racial groups⁽⁷⁾. The prevalence of osteoporosis in patients in Gorgan city -Iran was estimated at 33.7% in lumbar and 16.7% in femoral area⁽⁸⁾. In Iran, statistics indicate that one in every four Iranian women over the age of 50 is affected by osteoporosis⁽⁹⁾.

Previous investigations have pointed to an association between depression and osteoporosis, suggesting a possible causal relationship between the two conditions^(10,11).

Corresponding Author:
Eisa Nazar
Email address:
isa.nazar89@gmail.com

- 37 Pezzin LE, Dillingham TR, MacKenzie EJ. Rehabilitation and the long-term outcomes of persons with trauma-related amputations. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2000;81(3):292-300. [https://doi.org/10.1016/s0003-9993\(00\)90074-1](https://doi.org/10.1016/s0003-9993(00)90074-1)
- 38 Dagum AB, Best AK, Schemitsch EH, Mahoney JL, Mahomed MN, Blight KR. Salvage after severe lower-extremity trauma: are the outcomes worth the means? *Plastic and reconstructive surgery* 1999;103(4): 1212-1220. <https://doi.org/10.1097/00006534-199904010-00017>
- 39 Smith DG, Horn P, Malchow D, Boone DA, Reiber GE, Hansen ST. Prosthetic history, prosthetic charges, and functional outcome of the isolated, traumatic below-knee amputee. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 1995;38(1):44-47. <https://doi.org/10.1097/00005373-199501000-00013>
- 40 HANSEN JR ST. Overview of the severely traumatized lower limb reconstruction versus amputation. *Clinical Orthopaedics and Related Research*®. 1989;243:17-19. <https://doi.org/10.1097/00003086-198906000-00003>
- 41 Moore T, Green S, Garland D. Severe trauma to the lower extremity: long-term sequelae. *Southern medical journal*. 1989;82(7):843-844. <https://doi.org/10.1097/00007611-198907000-00012>
- 42 Hansen Jr S. The type-IIIC tibial fracture. Salvage or amputation. *JBJS*. 1987;69(6):799-800. <https://doi.org/10.2106/00004623-198769060-00001>
- 43 Bosse MJ, MacKenzie EJ, Kellam JF, Burgess AR, Webb LX, Swiontkowski MF, et al. An analysis of outcomes of reconstruction or amputation after leg-threatening injuries. *New England Journal of Medicine*. 2002;347(24):1924-1931. <https://doi.org/10.1056/nejmoa012604>
- 44 Poutoglidou F, Khan R, Krkovic M. Amputation versus reconstruction in severe lower extremity injury: a systematic review and meta-analysis. *Archives of Bone and Joint Surgery*. 2023;11(6):378. <https://doi.org/10.7759/cureus.29222>
- 45 Edelstein D, Florescu I. Crushing injuries of the foot and ankle, with complex open fractures: result of a prospective study with a 3 year follow-up. *Journal of medicine and life*. 2016;9(3):255. <https://doi.org/10.1177/2473011418s00388>
- 46 Fioravanti M, Maman P, Curvale G, Rochwerger A, Mattei J-C. Amputation versus conservative treatment in severe open lower-limb fracture: A functional and quality-of-life study. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. 2018;104(2):277-281. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2017.12.013>
- 47 Georgiadis GM, Behrens FF, Joyce MJ, Earle AS, Simmons AL. Open tibial fractures with severe soft-tissue loss. Limb salvage compared with below-the-knee amputation. *JBJS*. 1993;75(10):1431-1441. <https://doi.org/10.2106/00004623-199310000-00003>
- 48 Higgins TF, Klatt JB, Beals TC. Lower Extremity Assessment Project (LEAP)—the best available evidence on limb-threatening lower extremity trauma. *Orthopedic Clinics*. 2010;41(2):233-239. <https://doi.org/10.1016/j.ocl.2009.12.006>
- 49 Frisch HM, Andersen CRC, Mazurek CMT, Ficke CJR, Keeling CJJ, Pasquina CPF, et al. The Military Extremity Trauma Amputation/Limb Salvage (METALS) study: outcomes of amputation versus limb salvage following major lower-extremity trauma. *JBJS*. 2013;95(2):138-145. <https://doi.org/10.2106/jbjs.k.00734>
- 50 Ellington JK, Bosse MJ, Castillo RC, MacKenzie EJ, Group LS. The mangled foot and ankle: results from a 2-year prospective study. *Journal of orthopaedic trauma*. 2013;27(1):43-48. <https://doi.org/10.1097/bot.0b013e31825121b6>
- 51 Ladlow P, Phillip R, Coppack R, Etherington J, Bilzon J, McGuigan MP, et al. Influence of immediate and delayed lower-limb amputation compared with lower-limb salvage on functional and mental health outcomes post-rehabilitation in the UK military. *JBJS*. 2016;98(23):1996-2005. <https://doi.org/10.2106/jbjs.15.01210>
- 52 Barla M, Gavanier B, Mangin M, Parot J, Bauer C, Mainard D. Is amputation a viable treatment option in lower extremity trauma? *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* 2017;103(6):971-975. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2017.05.022>
- 53 Hertel R, Strebel N, Ganz R. Amputation versus reconstruction in traumatic defects of the leg: outcome and costs. *Journal of orthopaedic trauma*. 1996;10(4):223-229. <https://doi.org/10.1097/00005131-199605000-00001>
- 54 Hoogendoorn J, van der Werken C. Grade III open tibial fractures: functional outcome and quality of life in amputees versus patients with successful reconstruction. *Injury*. 2001;32(4):329-334. [https://doi.org/10.1016/s0020-1383\(00\)00250-3](https://doi.org/10.1016/s0020-1383(00)00250-3)
- 55 Demiralp B, Ege T, Kose O, Yurttas Y, Basbozkurt M. Amputation versus functional reconstruction in the management of complex hind foot injuries caused by land-mine explosions: a long-term retrospective comparison. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*. 2014;24:621-626. <https://doi.org/10.1007/s00590-013-1345-4>

- 10 Atherton R, Robertson N. Psychological adjustment to lower limb amputation amongst prosthesis users. *Disability and rehabilitation*. 2006;28(19):1201-1209. <https://doi.org/10.1080/09638280600551674>.
- 11 Quigley M, Dillon MP, Duke EJ. Comparison of quality of life in people with partial foot and transtibial amputation: a pilot study. *Prosthetics and Orthotics International*. 2016;40(4):467-474. <https://doi.org/10.1177/0309364614568414>.
- 12 Grzebień A, Chabowski M, Malinowski M, Uchmanowicz I, Milan M, Janczak D. Analysis of selected factors determining quality of life in patients after lower limb amputation-a review article. *Polish Journal of Surgery*. 2017;89(2):57-61. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0009.8980>.
- 13 Noszczyk W. *Chirurgia tętnic i żył obwodowych*: Wydawnictwo Lekarskie PZWL; 1998. <https://doi.org/10.5114/nan.2024.147066>.
- 14 Horgan O, MacLachlan M. Psychosocial adjustment to lower-limb amputation: a review. *Disability and rehabilitation*. 2004;26(14-15):837-850. <https://doi.org/10.1080/09638280410001708869>.
- 15 Meatherall BL, Garrett MR, Kaufert J, Martin BD, Fricke MW, Arneja AS, et al. Disability and quality of life in Canadian aboriginal and non-aboriginal diabetic lower-extremity amputees. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2005;86(8):1594-1602. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2004.11.026>.
- 16 Frieden RA. The geriatric amputee. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*. 2005;16(1):179-195. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2004.06.004>.
- 17 Thompson DM, Haran D. Living with an amputation: What it means for patients and their helpers. *International Journal of Rehabilitation Research*. 1984;7(3):283-292. <https://doi.org/10.1097/00004356-198409000-00003>
- 18 Tekin L, Safaz Ý, Göktepe AS, Yazıcıođlu K. Comparison of quality of life and functionality in patients with traumatic unilateral below knee amputation and salvage surgery. *Prosthetics and orthotics international*. 2009 Mar;33(1):17-24. <https://doi.org/10.1080/03093640802482542>
- 19 Torre F, Martín-Corral J, Callejo A, Gómez-Vega C, La Torre S, Vallejo R, et al. Calidad de vida relacionada con la salud y estrategias de afrontamiento ante el dolor en pacientes atendidos por una unidad de tratamiento del dolor. *Revista de la sociedad española del dolor*. 2008;15(2):83-93. [https://doi.org/10.1016/s1134-8046\(10\)70025-2](https://doi.org/10.1016/s1134-8046(10)70025-2).
- 20 Vilagut G, Ferrer M, Rajmil L, Rebollo P, Permanyer-Miralda G, Quintana JM, et al. El Cuestionario de Salud SF-36 español: una década de experiencia y nuevos desarrollos. *Gaceta sanitaria*. 2005;19:135-150. <https://doi.org/10.1157/13074369>.
- 21 Montazeri A, Gashtasebi A, Vahdaninia M. Translation, reliability and validity of Persian tool by SF-36. *J Payesh*. 2006;5(1):49-56. <https://doi.org/10.1080/09286580600826512>
- 22 Seekamp A, Regel G, Tscherne H. Rehabilitation and reintegration of multiply injured patients: an outcome study with special reference to multiple lower limb fractures. *Injury*. 1996;27(2):133-138. [https://doi.org/10.1016/0020-1383\(95\)00178-6](https://doi.org/10.1016/0020-1383(95)00178-6).
- 23 MacKenzie EJ, Bosse MJ, Pollak AN, Webb LX, Swiontkowski MF, Kellam JF, et al. Long-term persistence of disability following severe lower-limb trauma: results of a seven-year follow-up. *JBJS*. 2005;87(8):1801-1809. <https://doi.org/10.2106/00004623-200508000-00020>
- 24 Perkins Z, De'Ath H, Sharp G, Tai N. Factors affecting outcome after traumatic limb amputation. *Journal of British Surgery*. 2012;99(Supplement_1):75-86. <https://doi.org/10.1002/bjs.7766>.
- 25 Khan F, Amatya B, Hoffman K. Systematic review of multidisciplinary rehabilitation in patients with multiple trauma. *Journal of British Surgery*. 2012;99(Supplement_1):88-96. <https://doi.org/10.1002/bjs.7776>
- 26 Cannada LK, Jones AL. Demographic, social and economic variables that affect lower extremity injury outcomes. *Injury*. 2006;37(12):1109-1116. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2006.07.016>.
- 27 Rozycki GS, Tremblay LN, Feliciano DV, McClelland WB. Blunt vascular trauma in the extremity: diagnosis, management, and outcome. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2003;55(5):814-824. <https://doi.org/10.1097/01.ta.0000087807.44105.ae>
- 28 Asensio JA, Kuncir EJ, García-Núñez LM, Petrone P. Femoral vessel injuries: analysis of factors predictive of outcomes. *Journal of the American College of Surgeons*. 2006;203(4):512-520. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2006.06.020>.
- 29 Scalea JR, Crawford R, Scurci S, Danquah J, Sarkar R, Kufera J, et al. Below-the-knee arterial injury: the type of vessel may be more important than the number of vessels injured. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2014;77(6):920-925. <https://doi.org/10.1097/ta.0000000000000458>
- 30 Helgeson MD, Potter BK, Burns TC, Hayda RA, Gajewski DA. Risk factors for and results of late or delayed amputation following combat-related extremity injuries. *Orthopedics*. 2010;33(9). <https://doi.org/10.3928/01477447-20100722-02>.
- 31 Busse JW, Jacobs CL, Swiontkowski MF, Bosse MJ, Bhandari M, Group E-BOTW. Complex limb salvage or early amputation for severe lower-limb injury: a meta-analysis of observational studies. *Journal of orthopaedic trauma*. 2007;21(1):70-76. <https://doi.org/10.3928/01477447-20100722-02>
- 32 Aydemir Ö. Konsültasyon-Liyezon psikiyatrisinde yaşam kalitesi ölçümü: Kısa Form-36 (SF-36). *Psikiyatri Psikoloji Psikiyatri Dergisi*. 1999;7(2):14-23. <https://doi.org/10.21673/anadoluklin.1419384>.
- 33 Brazier JE, Harper R, Jones N, O'cathain A, Thomas K, Usherwood T, et al. Validating the SF-36 health survey questionnaire: new outcome measure for primary care. *British medical journal*. 1992;305(6846):160-164. <https://doi.org/10.1136/bmj.305.6846.160>
- 34 Fairhurst MJ. The Function of Below-Knee Amputee Versus the Patient With Salvaged Grade I11 Tibia1 Fracture. *Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007)*. 1994;301:227-232. <https://doi.org/10.1097/00003086-199404000-00035>
- 35 Gunawardena NS, de Alwis Seneviratne R, Athauda T. Functional outcomes of unilateral lower limb amputee soldiers in two districts of Sri Lanka. *Military Medicine*. 2006;171(4):283-287. <https://doi.org/10.7205/milmed.171.4.283>
- 36 Gunawardena N, Seneviratne SdA, Atauda T. An approach to validation of a multi-dimensional tool. *J Coll Community Physicians Sri Lanka*. 2003;8:18-26. <https://doi.org/10.4038/jccps.v8i1.8302>

Amputees are often encouraged by clinicians and their social environment to engage in physical activities. In contrast, patients with preserved limbs, who fall between fully healthy and disabled categories, are often advised to protect their limbs, which may ultimately reduce mobility. This may explain the higher vitality scores observed in amputees, as these patients tend to be more active and motivated. Other studies have shown that limb salvage patients may experience more complications, including prolonged hospital stays, multiple surgeries, and sometimes non-functional limb outcomes⁽⁴⁰⁻⁴³⁾. Consistent with these findings, in this study, 14 of 47 limb-salvage patients and 5 of 47 amputees required readmission for additional surgery. Meta-analyses and study by Poutoglidou⁽⁴⁴⁾ and Edelstein⁽⁴⁵⁾ similarly reported significantly lower readmission rates in amputees. The results of the Poutoglidou study⁽⁴⁴⁾ showed that the length of hospital stay was longer in patients with limb-sparing therapy, while only in the Fioravanti study⁽⁴⁶⁾ was this difference statistically significant. In four similar studies^(43,45,47,48), the need for reoperation was higher in the limb-sparing therapy group than in the amputation group. The meta-analysis by Poutoglidou⁽⁴⁴⁾ also indicated that patients in the limb-salvage group returned back to work sooner than amputees but not statistically significant but, in this study, the difference was statistically significant. Although the amputation group had higher median scores for the physical function subscale, this difference was not statistically significant. Functional outcomes in previous studies have been inconsistent; some showed better physical performance in amputees^(45-47,49-52), while others favored limb-salvage patients^(38,45,53,54). Regarding mental health, similar studies^(49,51,55) reported higher depression rates in amputees patients, but these differences were generally not statistically significant. In the present study, the mental health subscale was slightly better in the amputation group, but the difference was not statistically significant. Poutoglidou⁽⁴⁴⁾ and colleagues also reported significantly lower rates of infection and osteomyelitis in amputees patients, consistent with the findings of the present study.

Conclusion

In patients with major trauma, attempting limb salvage compared to amputation results in longer

hospital stays, higher rates of infection, and more frequent repeat surgeries. After at least six months, amputee patients had better quality of life compared to limb salvage, particularly in terms of general health and vitality.

Acknowledgement

The authors would like to thank the Clinical Research Development Unit of Imam Khomeini Hospital, Mazandaran University of Medical Science Sari, Iran for their support cooperation and assistance throughout the period of study.

References

- 1 Johansen K, Daines M, Howey T, Helfet D, Hansen Jr ST. Objective criteria accurately predict amputation following lower extremity trauma. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 1990;30(5):568-573. doi: 10.2331/suisan.32.804.
- 2 de Mestral C, Sharma S, Haas B, Gomez D, Nathens AB. A contemporary analysis of the management of the mangled lower extremity. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2013;74(2):597-560. doi: 10.2331/suisan.32.804.
- 3 Johnson BA, Carmack D, Neary M, Tenuta J, Chen J. Operation Iraqi freedom: the Landstuhl regional medical center experience. *The Journal of foot and ankle surgery*. 2005;44(3):177-183. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2005.02.007>.
- 4 Perkins Z, Yet B, Glasgow S, Cole E, Marsh W, Brohi K, et al. Meta-analysis of prognostic factors for amputation following surgical repair of lower extremity vascular trauma. *Journal of British Surgery*. 2015;102(5):436-450. <https://doi.org/10.1002/bjs.9689>.
- 5 Nance M. National trauma data bank—annual report. NTDB annual report. 2013. <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-9937-8>.
- 6 Scalea TM, DuBose J, Moore EE, West M, Moore FA, McIntyre R, et al. Western Trauma Association critical decisions in trauma: management of the mangled extremity. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2012;72(1):86-93. <https://doi.org/10.1097/ta.0b013e318241ed70>.
- 7 Chung KC, Saddawi-Konefka D, Haase SC, Kaul G. A cost-utility analysis of amputation versus salvage for Gustilo IIIB and IIIC open tibial fractures. *Plastic and reconstructive surgery*. 2009; 124(6):1965-1973. <https://doi.org/10.1097/prs.0b013e3181b1bcf156>.
- 8 Tillmann BW, Guttman MP, Nathens AB, de Mestral C, Kayssi A, Haas B. The timing of amputation of mangled lower extremities does not predict post-injury outcomes and mortality: a retrospective analysis from the ACS TQIP database. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2021;91(3):447-456. <https://doi.org/10.1097/ta.0000000000003302>.
- 9 Gordon WT, O'Brien FP, Strauss JE, Andersen RC, Potter BK. Outcomes associated with the internal fixation of long-bone fractures proximal to traumatic amputations. *JBJS*. 2010;92(13):2312-2318. <https://doi.org/10.2106/jbjs.j.00138>.

Table 3: Readmission and return-to-work in two study groups

Variable		Amputation		Limb-Salvage		Chi-Square
		n	%	n	%	P-Value
Readmission	Yes	5	10.6	14	29.8	0.021
	No	42	89.4	33	70.2	
Return to work	Yes	8	17.0	40	85.1	< 0.001
	No	39	83.0	7	14.9	

Table 4: General health from SF-36 in the study groups

Variable	Amputation			Limb Salvage			Mann-Whitney
	Min	Max	Median	Min	Max	Median	P-Value
General Health	14	78	63	10	76	48	0.001
Pain	3	74	51	2	73	49	0.072
Physical Activity	10	71	60	18	68	55	0.329
Social Activity	5	82	63	2	75	58	0.064
Mental Health	15	71	61	18	69	57	0.112
Role Limitation – Physical	4	72	52	4	66	39	0.300
Role Limitation – Emotional	3	75	53	3	78	41	0.108
Vitality (Energy)	10	83	64	10	73	54	0.002
Physical Component Summary (PCS)	37	76	62	50	74	56	0.444

Discussion

Patients with a major limb injury usually need a longer time for functional recovery⁽²²⁾ MacKenzie et al reported 50% experience of severe disability in their patients after seven years follow up⁽²³⁾. This study confirmed that older and female patients with poor health, low income, in low educational level with smoking history, mostly associated with poor outcomes⁽²³⁾. The socio-economic level of patients has more effect on their functional recovery than their initial severity of trauma⁽²⁴⁻²⁶⁾.

Possibility of amputation after a blunt injury is higher than the other types of limb injuries⁽²⁷⁻²⁹⁾. Two studies reported 3% and 18% amputation after a penetrating injury into femoral arteries^(27,28).

Injury to popliteal artery in 10–15% of limbs leads to amputation and representing the highest rate of lower limb vascular injury. No single risk factor reliably predicts delayed amputation⁽⁴⁾; however, complex pain symptoms with neurological dysfunction will increase the risk, especially if combined with severe foot trauma or fracture of distal tibia in initial trauma. Although, long-term

functional outcomes for severe limb injuries show no significant differences between amputation and limb salvage patients, but many patients initially don't want to have amputation⁽³⁰⁾.

Limb salvage procedure needs long term recovery and also increased risk of complications and reoperations while tolerating more stress by patients and their families that may finally forced them to accept the amputation⁽³¹⁾. In the present study, the functional status and quality of life of patients undergoing amputation were compared with those receiving limb-salvage surgery, revealing differences in quality of life, specifically general health and vitality. Individuals with lower limb amputations face multiple challenges. The SF-36 questionnaire was used to assess quality of life, a widely applied^(32,33) and validated tool in amputee populations⁽³⁴⁻³⁸⁾. Some studies, such as Dagum et al.⁽³⁸⁾, found significant differences favoring limb salvage only in functional scores^(35,37,39). Conversely, when amputee and non-amputee patients were compared, SF-36 scores were worse in the amputation group. In this study, however, better general health and vitality scores were observed in the amputation group.

alcohol use was observed between the groups (Table 1). The median duration of initial hospitalization was 20 days (21–40) in the amputee and 26 days (22–45) in the limb preserved group. This difference was statistically significant ($P = 0.047$). The infected cases in amputation group were 2 patients and, in the limb-salvage group were 3. In the amputation group, 55.3% of patients used a cane, 29.8% used a prosthetic limb, and 8.5% used a wheelchair, while 6.4% did not use any assistive device. In the limb-salvage group, 29.8% of patients used a cane and 10.6% used a wheelchair, whereas 59.6% did not use any assistive device. Overall, limb-salvage patients used assistive devices less than amputee group ($P < 0.001$) (Table 2). Readmitting in hospital for amputated was 10.6% and 29.8% for the limb-salvage group and was statistically significant ($P = 0.021$). 17% of amputated group and 85.1% of the limb-salvage

group reported returning to work that difference was statistically significant ($P < 0.001$) (Table 3).

The median score for general health in the amputation cases was 63 and in limb salvage groups was 48. General health was significantly better in the amputation group ($P = 0.001$).

The median pain score, physical functioning score, mental health score, role limitation – physical score, role limitation – emotional score and Physical Component Summary (PCS) in the amputation and limb salvage groups did not have any statistically significant difference. But the median vitality (energy) score in the amputation group had significantly higher ($P = 0.002$). (Table 4). The mean Mental Component Summary (MCS) scores of the SF-36 questionnaire were nearly equal in both groups 58.7 ± 9.02 in amputated and 57.7 ± 8.28 in the limb preservation ($P = 0.585$).

Table 1: Demographic Characteristics, Smoking, and Alcohol Use in Study Groups

Variable		Amputation n(%)		Limb Salvage n (%)		Chi-Square
		No.	Percentage	No.	Percentage	P-Value
Sex	Male	41	87.2	35	74.5	0.116
	Female	6	12.8	12	25.5	
Marital status	Married	36	76.6	32	68.1	0.642
	Single	7	14.9	9	19.1	
	Divorced	4	8.5	6	12.8	
Education level	Primary school	6	12.8	5	10.6	0.642
	Middle school	7	14.9	4	8.5	
	High school	15	31.9	15	31.9	
	University	15	31.9	21	44.7	
Smoking	Yes	33	70.2	25	53.2	0.090
	No	14	29.8	22	46.8	
Substance or alcohol use	Yes	10	21.3	9	19.1	0.797
	No	37	78.7	38	80.9	
History of underlying comorbidities	Yes	23	48.9	19	40.4	0.407
	No	24	51.1	28	59.6	

Table 2: Comparison of underlying comorbidities and the use of assistive devices between the study groups

Variable		Amputation		Limb salvage		Chi-Square
		No.	%	No.	%	P-Value
Use of assistive devices	None	3	6.4	28	59.6	< 0.001
	Cane	26	55.3	14	29.8	
	Prosthetic limb	14	29.8	–	–	
	Wheelchair	4	8.5	5	10.6	

If preserving the limb can be attempted in first operation without jeopardizing the patient's life, it is recommended to pursue salvage, even when multiple risk factors for limb loss are present. This approach gives patients and their families or caregivers time to accept amputation if it later becomes necessary⁽⁷⁾.

The disadvantages of limb salvage are an increased risk of acute injury to kidney and also longer hospital stays with the same mortality rates⁽⁸⁾. Patients with severely mangled limbs, traumatic or near-complete amputations with devitalized distal tissues, or massive tissue loss should undergo amputation⁽⁹⁾.

Amputation imposes multiple limitations on social, professional, and leisure activities^(10,11). Although, in some cases, amputation could improve the function and quality of life of patients. But chronic ischemic lower limb or chronic limb infection usually will be accompanied with pain, limited mobility, and inability to perform daily tasks. In such cases, amputation can reduce disability^(12,13). Nevertheless, the disruption of bodily integrity inevitably decreases quality of life (QoL) through reduced mobility, persistent pain, altered physical wholeness, also affected psychological and social life⁽¹⁰⁾. Psychological disorders such as depression, anxiety, and, in severe cases, suicidal ideation may occur^(10,14). Clearly, lower limb amputation—regardless of the cause—strongly impacts emotional, functional and physical domains, thereby influencing the quality of life of amputees^(15–18).

This study was aimed to compare the quality of life of amputated and limb salvage patients after a major lower limb trauma. Given the factors mentioned, quality of life varies depending on cultural, economic, and social contexts. Moreover, in our country, issues such as access to appropriate prosthetic devices, the cost of obtaining them, and the stigma associated with amputation are significant concerns. Hence, investigating this subject may yield findings that differ from those reported in other settings.

Materials & Methods

This study was conducted as a comparative cross-sectional study. The inclusion criteria were patients with major lower extremity trauma between 18–65 years of age who were treated at Imam Khomeini Hospital, Sari, in 2023, and at least six months elapsed since initial trauma management, no history of major depressive disorder or other acute psychiatric illnesses, no use of psychotropic medications within

the past eight weeks. Patients were excluded if they did not consent to participate, had impaired consciousness (GCS < 15), sustained spinal cord injuries, had third-degree burns, were unable to walk prior to trauma, or had bilateral lower-limb amputation. The sample size was calculated using STATA version 16. With a type I error of 0.05 and a statistical power of 90%, and based on the mean and standard deviation reported by Tekin et al.⁽¹⁸⁾ for quality of life in amputated patients (64.38 ± 20.35) versus those with limb salvage (50.31 ± 21.60), the required total sample size was estimated at 94 patients (47 in each group).

This study was approved by the Research Ethics Committee of Imam Khomeini Hospital, Sari. Eligible patients were divided into two groups: those who had undergone primary lower-limb amputation based on orthopedic indications and the decision of an orthopedic surgeon, and those in whom the injured limb had been preserved and managed conservatively. To assess patients' quality of life, the Short Form-36 (SF-36) questionnaire was utilized^(19,20) and it was validated in the Iranian population by Montazeri et al.⁽²¹⁾. The distribution of quantitative variables was first examined using the Shapiro–Wilk test. Qualitative variables were described using frequency (percentage). For comparative analyses, the independent samples t-test was applied when data followed a normal distribution, and the Mann–Whitney U test was used for non-normal distributions. The Chi-square test or Fisher's exact test for associations between qualitative variables were assessed. The p-value < 0.05 was considered statistically significant. All statistical analyses were performed using SPSS version 26.

Results

47 patients in each group -amputation and limb salvage - was assessed in this study and all were Castillo 2b and 2c in terms of injury severity and Mangel score 8 or higher. The mean age of in the amputation group was 41 years (18–63) and in the limb-salvage group was 45 years (19–64). There was no statistically significant difference in age distribution between the two groups ($P = 0.543$).

87.2% in amputation and 74.5% in limb-salvage were male. There was no statistically significant difference in sex distribution between the groups ($P = 0.116$). (Table 1). No statistically significant difference in marital status, education level, smoking, substance or

Comparison of Quality of Life in Patients with Major Lower Limb Trauma Undergoing Amputation Versus Limb Salvage or Conservative Treatment

Abstract

Introduction: In some cases of major lower limb trauma, either amputation or limb preservation is performed. The aim of this study was to compare the quality of life in patients undergoing amputation versus limb preservation.

Materials & Methods: In a cross-sectional comparative study, patients with major lower limb trauma who underwent either lower limb amputation or limb preservation were evaluated at least six months post injury. Quality of life was assessed and compared between the two groups using SF-36 questionnaire.

Results & Discussion: A total of 94 patients, including 80.9% male and 0.9% female, with mean age of 41.5 years (range 18 to 64), with the mean study period of 6 months, were included in the study. There was no statistically significant difference between the two study groups regarding age, gender, marital status, number of children, education level, smoking, or substance and alcohol abuse. The sub-scales of general health ($P = 0.001$) and vitality (energy) ($P = 0.002$) were significantly higher in the amputation group in comparison with the limb-preservation group within the six-months post injury.

Conclusion: In patients with major trauma, attempts to preserve the limb, instead of immediate amputation results into longer hospital stays, increased incidence of infections, and higher rates of re-operation. Amputation, within a minimum of six months, leads to improved quality of life, particularly in the domains of general health and vitality.

Keywords: Amputation, Quality of life, Trauma.

Accepted: 42 days before printing

Salman Ghaffari, MD¹, Shiva Aghatabay, MD², Mehran Razavipour, MD¹, Maryam Rezapour, MD³

1. Department of Orthopaedics, School of Medicine, Orthopaedic Research Center, Sari Imam Khomeini Hospital, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran.
2. School of Medicine, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran.
3. Department of Psychiatry, School of Medicine, Psychiatry and Behavioral Sciences Research Center, Addiction Institute, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran.

Corresponding Author:
Maryam Rezapour, MD
Email address:
mr.mns.mr@gmail.com

Introduction

Limb injury is a common trauma in hospital emergencies. When evaluating limb injuries, vessels, bones, nerves and soft tissues should be assessed and compared in two limbs. Damage to three of those four components effectively constitutes a mangled extremity^(1,2). In many cases, limb salvage is an option even in the presence of a mangled extremity. Although, in certain circumstances, for saving the life of patient, primary amputation during the initial operation is required.

Blunt trauma usually is the major cause of severe limb injuries in civilians, penetrating or combined mechanisms in 12% of non-military limb injuries⁽³⁾. Among civilians with non-fatal trauma, lower limb damage is the first cause of hospital admission. More than 30% of hospitalized patients present with severe or limb-threatening injuries. In a systematic review of 3,187 lower limb injuries that required vascular repair, 10% secondary amputation was reported⁽⁴⁾.

In 2012, the National Trauma Data Bank (NTDB) recorded 278,100 cases of lower extremity injury classified as non-military trauma⁽⁵⁾. Traumatic injuries account for approximately 3,700 amputations annually.

The decision to attempt limb salvage or primary amputation is not straightforward. The Western Trauma Association has a management algorithm that shows the complexity of decision and the lack of high-quality evidence for guiding⁽⁶⁾.



انجمن جراحان ارتوپدی ایران
Iranian Orthopaedic
Association

Iranian Journal of Orthopaedic Surgery

Volume 23, Number 3, Summer 2025
ISSN Print 1735-2967, online 1735-2967

(Serial Number 90)

Content

- Comparison of Quality of Life in Patients with Major Lower Limb Trauma Undergoing Amputation Versus Limb Salvage or Conservative Treatment** 99
Salman Ghaffari, MD, Shiva Aghatabay, MD, Mehran Razavipour, MD, Maryam Rezapour, MD
- Depression and Associated Factors in Patients with Osteoporosis** 106
Shiva Moemeni, Mohammad Mohsen Hoseinian, Asieh Katouk, Seyedeh Masoumeh Hoseini Marzroudi, Eisa Nazar
- Evaluation of the Effectiveness of a Kind of Nutritious Supplement on Pain and Joint Function in Patients with Knee Osteoarthritis** 113
Masoud Shayesteh Azar, MD, Eisa Nazar, Mohammad Mohsen Hosseinian, Fatemeh Fekri, MD
- Comparing the Analgesic Effects of Duloxetine and Memantine after Total Knee Arthroplasty: A Double-Blind Randomized Placebo Controlled Clinical Trial**..... 120
Arezoo Batebi, MD, Salman Ghaffari, MD, Mehran Zarghami, MD, Seyed Fateme Ahmadi Mahali, MSc, Eisa Nazar, PhD, Maryam Rezapour, MD
- Radiographic Outcome of Non-Vascularized Bone Graft in Scaphoid Nonunion**..... 128
Mehran Razavipour, MD, Salman Ghaffari, MD, Elahe Fallah, MD
- A Review on the Application and Role of Different Screws in Orthopedic Surgery (Review Article)**..... 133
Saleh Validi, MD, Ehsan Ghadimi, MD, Seyed Pouya Tabatabaei Irani, MD, Erfan Khosravi, MD, Seyed Hadi Kalantar, MD
- Lateral Decubitus Position for Hip Fracture Fixation in a Knee Disarticulation Amputee (Case Report)** 153
Hasan Barati, MD, Mojtaba Baroutkoub, MD, Amir Barzanouni, MD, Ali Keipourfard, MD, Ali Ghozatfar, MD
- Cementing Techniques in Total Knee Arthroplasty (Review Article)**..... 158
Sina Aminizadeh, MD, Mehdi Bayati, MD, Mahdi Sahebi, Mohammadreza Razzaghof, MD, MPH, Mohammad Ayati Firoozabadi, MD, Seyed Mohammad Javad Mortazavi, 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, 6TH 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.

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)

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.

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)

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

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

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

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

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

Human and Animal Rights:

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

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



انجمن جراحان ارتوپدی ایران
Iranian Orthopaedic
Association

Iranian Journal of Orthopaedic Surgery

Volume 23, Number 3, Summer 2025
ISSN Print 1735-2967, online 1735-2967

(Serial Number 90)

A Publication of: Iranian Orthopaedic Association

Chairman: Aalami Harandi B, MD

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

Deputy Editor: Ahmadi A, MD

Co-Editor: Javid M, MD

Deputy Co-Editor: Shahrezaei M, MD

Iranian Orthopaedic Association Board Members:

Ebrahimpour A, MD

Fakoor M, MD

Golbakhsh M, MD

Moradi R, MD

Mortazavi SMJ, MD

Naderi M, MD

Razi M, MD

Editorial Board:

Abdolahzadeh Lahiji F, MD. IR

Abrisham SMJ, MD. IR

Abrishami S, MD. IR

Afshar AR, MD. IR

Ahmadi A, MD. IR

Akbarnia B, MD. USA

Alami Harandi B, MD. IR

Badizadeh K, MD. IR

Baghdadi T, MD. IR

Birch J G, MD. USA

Dimeglio A, MD. Fr

Ebrahimpour A, MD. IR

Esmaeileijah AA, MD. IR

Fakour M, MD. IR

Gharehdaghi M, MD. IR

Ghazavi MT, MD, FRCS(C). IR

Hajjalilo Sami S, MD. IR

Hassan Darwish M, MD. OM

Hesaraki S, PhD. IR

Javid M, MD. IR

Karimi Mobarakeh M, MD. IR

Kazemi SM, MD. IR

Makhmalbaf H, MD. IR

Mehdian H, MD. UK

Mehdinasab A, MD. IR

Mirzatolooei F, MD. IR

Mojtahed Jaberi F, MD. IR

Mortazavi SMJ, MD. IR

Motififard 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):

Azar Sina S, MD

Kamalinia AH, MD

Kazemi SM, MD. IR

Ghezavi, MT, MD

Tahami SM, MD

Nemati, A, MD

Executive Manager: Sohrabi M, PhD

Consultant Manager: Khoshnood N, PhD

Officer Cheif & Co-ordinator: Kojuri Sh

Editorial Office:

94, 6th Floor, Keshavarz Blvd., Tehran, 14166, Iran

Tel: 00 98 21 88966583 – 88983609

Fax: 00 98 21 88983610

E-mail: ljosjournal@yahoo.com Website: 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