

دارای رتبه‌ی 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 مدیره‌ی انجمن:

دکتر عادل ابراهیم‌پور

دکتر محمد رازی

دکتر محمدعلی اخوت‌پور

دکتر علی یگانه

دکتر روشنگ مرادی

دکتر محمدجواد مرتضوی

دکتر حسین اصلانی

مشاوران (این شماره):

دکتر عباس مدنی

دکتر بابک پورعباس تحویل‌داری

دکتر احمدرضا افشار

دکتر عزیز احمدی

دکتر فرید نجم‌مظهر

دکتر سیدمحمدجواد مرتضوی

دکتر فریدون مجتهد جابری

دکتر سیدمرتضی کاظمی

هیئت تحریریه: دکتر عادل ابراهیم‌پور، دکتر سیدمحمدجلیل ابریشم، دکتر سعید ابریشمی، دکتر عزیز احمدی، دکتر علی‌اکبر اسماعیلی‌چاه، دکتر بهادر اعلمی هرندی، دکتر احمدرضا افشار، دکتر بهروز اکبرنیا، دکتر کامران بدیع‌زاده، دکتر جان برج، دکتر تقی بغدادی، دکتر جواد پرویزی، دکتر مهزاد جاوید، دکتر سام حاجی‌علیلوسامی، دکتر محمد حسن هادی درویش، دکتر سعید حصارکی، دکتر آلن دیمگلیو، دکتر محمد رازی، دکتر ابوالقاسم زارع‌زاده، دکتر علی زمانیان، دکتر علیرضا سعید، دکتر بابک سیاوشی، دکتر غلامحسین شاهچراغی، دکتر مصطفی شاهرضایی، دکتر مسعود شایسته‌آذر، دکتر حسن شریفی، دکتر محمدنقی طهماسبی، دکتر فریور عبدالله‌زاده لاهیجی، دکتر محمد فکور، دکتر محمد قره‌داغی، دکتر محمدتقی قضاوی، دکتر سیدمرتضی کاظمی، دکتر محمود کریمی‌مبارکه، دکتر فریدون مجتهد جابری، دکتر هادی مخملباف، دکتر سیدمحمدجواد مرتضوی، دکتر مهدی مطیفی‌فرد، دکتر کامران مظفریان، دکتر حسین مهدیان، دکتر عبدالحسین مهدی‌نسب، دکتر فریدین میرزاطلوعی، دکتر علی نارونی، دکتر امیرمحمد نوالی.

مدیر اجرایی: دکتر مهری سهرابی

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 رسم‌الخط خاص که به طور عمده برگرفته از دستورالعمل فرهنگستان علوم پزشکی است انجام می‌پذیرد.
- هرگونه استفاده از مطالب مندرج در مجله با ذکر مأخذ مجاز می‌باشد.

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، روبه‌روی بیمارستان ساسان، ساختمان ۹۴، طبقه ششم، واحد ۱۲، کدپستی ۱۴۱۶۶
تلفن ۸۸۹۶۶۵۸۳، ۸۸۹۸۳۶۰۹، نامبر ۸۸۹۸۳۶۱۰
E-mail: ljsojournal@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** کمیته بین‌المللی سردبیران نشریات پزشکی (ICMJE) فردی می‌تواند بعنوان مولف یک مقاله پزشکی در نظر گرفته شود که شرایط چهارگانه ذیل را بطور همزمان دارا باشد:

- مشارکت اساسی در ایده پردازی یا طراحی مطالعه یا جمع‌آوری داده‌ها یا آنالیز داده‌ها و یا تفسیر آنالیز مربوطه؛ و
- نوشتن دست‌نویشته اولیه مقاله یا انجام بازبینی اساسی مقاله به گونه‌ای محتوای علمی مقاله بهبود یابد؛ و
- تأیید نسخه نهایی مقاله‌ای که قرار است به دفتر ژورنال ارسال گردد؛ و
- قبول مسئولیت و پاسخگویی در مورد کلیه جنبه‌های پژوهش و نگارش مقاله به گونه‌ای که کلیه سؤالات مربوط به صحت و دقت 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 دستورات عمل‌های 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 دستورات عمل‌های COPE پیروی خواهد کرد. از پژوهشگرانی که کارآزمایی‌های بالینی تصادفی شده انجام می‌دهند، خواسته می‌شود 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 پس‌گیری مقالات منتشر شده:

• مجله جراحی استخوان و مفاصل در مواردی که نیاز است که مقالات قبلاً منتشر شده در ژورنال از وبسایت مجله برداشته شوند از راهنما و دستورات عمل 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 دستورالعمل‌های گزارش انواع مختلف مطالعات از جمله STROBE, STARD و PRISMA و غیره به نویسندگان در ارائه هرچه بهتر مقالات نوشته شده کمک خواهند کرد. وب سایت EQUATOR در این زمینه می تواند کمک کننده باشد (www.equator_network.org).
 - 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>



مؤلفین مدعو این جلد: دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزدان

فهرست

- ۱..... ارزش تشخیصی معیارهای سونوگرافی در سندروم تونل کارپال (مطالعه مقطعی)
دکتر عباس عبدلی تفتی، دکتر امیرپاشا عامل شهباز، دکتر عبدالرحیم صادقی یخدانی، دکتر سعید قربانی، دکتر میلاد قلی‌زاده
- ۶..... بررسی پیامدهای بازسازی قطع‌شدگی نوک انگشت با فلپ کف دست و عوامل مرتبط با آن (مطالعه مقطعی گذشته‌نگر)
دکتر سیدحسین سعید بنادکی، دکتر میلاد قلی‌زاده، دکتر نیما فتح‌الله‌زاده، دکتر شهاب شیخعلیشاهی،
دکتر حسام‌الدین جعفری‌نسب
- ۱۴..... اپیدمیولوژی و ویژگی‌های کلینیکوپاتولوژیک ضایعات ستون مهره (مطالعه‌ای ۱۰ساله)
دکتر پویا قدیری، دکتر مینا حاجی‌حسینی، سپهر سرخی‌زاده، دکتر میلاد قلی‌زاده
- ۱۷..... انواع شکستگی‌های لگن همراه با مشکل سیستم ادراری
دکتر مهدی عابدین‌زاده، دکتر سیدحسین سعید بنادکی، دکتر میلاد قلی‌زاده، دکتر معین بیغمیان، محمدتقی مروج،
سیدمصطفی اخلاقی، سارا جام‌پرسنگ
- ۲۱..... ارزش تشخیصی تصویربرداری ام - آر - آی در تشخیص سندروم تونل کارپ
دکتر امیرپاشا عامل شهباز، دکتر عباس عبدلی تفتی، دکتر اطهر ابوالفتحی، دکتر میلاد قلی‌زاده، دکتر شهاب شیخعلیشاهی،
دکتر حسام‌الدین جعفری‌نسب
- ۲۸..... رویکردهای درمان نوآورانه برای آرتروز زانو: از تزریق داخل‌مفصلی تا جراحی‌های بازسازی غضروف (مقاله‌ی مروری)
دکتر فرشاد شایان‌مهر، دکتر زهرا جداری محمدپور، دکتر انیس رنجیرزاده حق، دکتر اصغر علمی
- ۳۹..... مدیریت شکستگی‌های هم‌زمان شفت فمور همراه با آمپوتاسیون اطراف زانو (گزارش دوموردی)
دکتر داوود دهقانی اشکذری، دکتر سعید بشارتی، دکتر سیدحسین سعید بنادکی، دکتر میلاد قلی‌زاده
- ۴۳..... درد پیلار پس از آزادسازی تونل کارپال (مطالعه‌ی مروری)
دکتر میلاد قلی‌زاده، دکتر عباس عبدلی تفتی، سیدمحمد حسینی مروست

ارزش تشخیصی معیارهای سونوگرافی در سندروم تونل کارپال

(مطالعه‌ی مقطعی)

چکیده

مقدمه: سندروم تونل کارپال (CTS) شایع‌ترین نوروپاتی فشاری است که معمولاً با آزمون‌های الکترودیآگنوستیک (EMG-NCV) تشخیص داده می‌شود؛ با این حال، این آزمون‌ها اگرچه دقت مناسبی دارند، تنهاجمی بوده و ممکن است در بخشی از بیماران نتایج منفی کاذب ایجاد کنند. سونوگرافی با وضوح بالا به‌عنوان یک روش تشخیصی غیرتهاجمی، در دسترس و مقرون‌به‌صرفه مطرح شده است. هدف این مطالعه ارزیابی ارزش تشخیصی سونوگرافی در بیماران مبتلا به CTS و بررسی ارتباط آن با یافته‌های بالینی و الکترودیآگنوستیک بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه‌ی مقطعی تشخیصی بیماران مراجعه‌کننده با شوک بالینی CTS در بیمارستان شهید صدوقی بررسی شدند. برای تمام بیماران آزمون، EMG-NCV و سونوگرافی دوطرفه‌ی مچ دست انجام شد. پارامترهای سونوگرافیک، شامل مساحت سطح مقطع (CSA) و عرض عصب مدیان در سطوح مختلف ساعد و تونل کارپال، بین گروه‌های شدت الکترودیآگنوستیک (نرمال، خفیف، متوسط، شدید) مقایسه شدند. حساسیت و ویژگی مقادیر آستانه‌ی انتخاب‌شده برای CSA و عرض عصب محاسبه شد.

نتایج و بحث: تعداد ۶۰ بیمار میانگین سنی $49/5 \pm 10/4$ سال و میانگین BMI برابر با $26/8 \pm 3/6$ کیلوگرم بر متر مربع بررسی شدند؛ ۹۰ درصد بیماران زن و ۸۰ درصد دارای درگیری دوطرفه بودند. سن ارتباط معنی‌داری با شدت CTS نداشت ($p = 0/344$)، در حالی که BMI بالاتر با شدت بیشتر بیماری هم‌بستگی داشت ($p = 0/01$). مساحت سطح مقطع (CSA) و عرض عصب مدیان به‌طور موازی با افزایش شدت CTS افزایش یافت. در دست راست، آستانه‌ی CSA برابر $8/5$ میلی‌متر مربع در سطح تونل کارپال با حساسیت $87/5$ درصد و ویژگی $81/7$ درصد ایجاد کرد؛ در دست چپ، آستانه‌ی 8 میلی‌متر مربع حساسیت 70 درصد و ویژگی $95/5$ درصد داشت. عرض عصب 5 میلی‌متر حساسیت بالا ولی ویژگی کمتری نشان داد.

نتیجه‌گیری: سونوگرافی، به‌ویژه اندازه‌گیری CSA عصب مدیان، ابزار تشخیصی غیرتهاجمی، قابل‌اعتماد و دقیق برای کمک به EMG-NCV در تشخیص و درجه‌بندی CTS محسوب می‌شود.

واژگان کلیدی: سندروم تونل کارپال، آناتومی سطح مقطع، الکتروفیزیولوژی، اولتراسونوگرافی، عصب مدیان

پذیرش مقاله: ۳۲ روز قبل از چاپ

دکتر عباس عبدلی تفتی، ^۱دکتر امیرپاشا عامل شهباز، ^۲دکتر عبدالرحیم صادقی یخدانی، ^۳دکتر سعید قربانی، ^۴دکتر میلاد قلی‌زاده

مقدمه

سندروم تونل کارپال (CTS) شایع‌ترین نوع نوروپاتی فشاری است که سالانه تقریباً ۱ تا ۳ نفر در هر ۱۰۰۰ نفر را تحت تأثیر قرار می‌دهد و شیوع کلی آن در ایالات متحده حدود ۵۰ نفر در هر ۱۰۰۰ نفر است.^(۱) این وضعیت بیشتر در زنان شایع است که تقریباً سه برابر بیشتر از مردان به آن مبتلا می‌شوند.^(۲-۳) سندروم تونل کارپال (CTS) اغلب با حرکات تکراری دست مرتبط است و یکی از خطرهای شغلی به شمار می‌رود که باعث غیبت قابل توجه از کار و از دست دادن بهره‌وری می‌شود.^(۳-۵)

پاتوفیزیولوژی زمینه‌ای CTS در نتیجه‌ی فشرده شدن عصب مدیان در تونل کارپال رخ می‌دهد. این وضعیت اغلب به دلیل هیپرتروفی بافت سینویال اطراف به دلیل استفاده‌ی مکرر، تروما یا اختلالات التهابی مانند آرتریت ایجاد می‌شود.^(۱) عوامل خطر رایج شامل جنسیت زن، دیابت، بارداری، فشار خون بالا و بیماری‌های التهابی است.^(۱) اگرچه هیچ استاندارد طلایی مطلق برای تشخیص CTS وجود ندارد، تشخیص معمولاً براساس علائم بالینی مشخصه انجام می‌شود و از طریق آزمایش‌های الکترودیآگنوستیک (EDX) تأیید می‌شود.

در حالی که EDX می‌تواند هم تشخیص و هم شدت را ارزیابی کند، زمان‌بر، پرهزینه و آزاردهنده است و نرخ مثبت کاذب گزارش شده تا ۱۶ تا ۳۴ درصد است.^(۶) در سال‌های اخیر، اولتراسونوگرافی، به‌دلیل دسترسی آسان، هزینه‌ی

۱. مرکز تحقیقات تروما، بخش ارتوپدی، بیمارستان شهید صدوقی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران
۲. گروه رادیولوژی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران
۳. کمیته‌ی تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران
۴. گروه رادیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران
۵. گروه جراحی ارتوپدی، مرکز تحقیقات تروما، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران

نویسنده‌ی مسئول:
دکتر میلاد قلی‌زاده

Email Address:
Miladghz15255@gmail.com

ارزیابی اولتراسونوگرافی قرار گرفتند که به صورت کور (بدون اطلاع از نتایج NCS) انجام شد. داده‌های پایهی بیماران، شامل مشخصات جمعیتی و شدت بالینی بیماری، توسط یک متخصص ارتوپدی با استفاده از پرسش‌نامه‌ی سندروم تونل کارپال بوستون (پیوست‌شده به عنوان ضمیمه) مستند شدند.

پروتکل اولتراسوند

ارزیابی‌های اولتراسونوگرافی با استفاده از مبدل خطی ۷-۱۲ مگاهرتز توسط رزیدنت سال چهارم رادیولوژی، که از یافته‌های بالینی و الکتروفیزیولوژیکی بی‌اطلاع بود، انجام شد. اندازه‌گیری‌های زیر برای هر بیمار به دست آمد: سطح مقطع (CSA) عصب مدین و ابعاد تونل کارپال براساس نقاط عطف آناتومیک تعیین شد.

جدول ۱: میانگین سن و BMI در گروه‌های مختلف بیماران براساس EMG-NCV					
P-value	شدید	متوسط	ملازم	نرمال	
سن					
۰/۳۴۴	۴۹/۶۳ ± ۷/۳	۵۲/۵۶ ± ۶/۷	۴۶/۱۶ ± ۶/۴	۵۱/۵ ± ۴/۵	دست راست
	۵۲/۱۴ ± ۵/۹	۵۳/۵۲ ± ۷/۱	۵۱/۴۴ ± ۵/۷	۴۰/۸۱ ± ۷/۲	دست چپ
BMI					
۰/۰۱	۲۴/۳۵ ± ۳/۷	۲۷/۵۹ ± ۵/۳	۲۵/۲۱ ± ۵/۳	۲۸/۱۱ ± ۵/۷	دست راست
	۲۶/۹۲ ± ۴/۳	۲۵/۵ ± ۴/۷	۲۶/۵۱ ± ۴/۴	۲۸/۱۴ ± ۶/۷	دست چپ

سطح مقطع (CSA) میانی ساعد تقریباً ۱۵ سانتی‌متر بالاتر از فلکسور رتیناکولوم اندازه‌گیری شد. سطح مقطع (CSA) پروگزیمال و دیستال تونل کارپال به ترتیب در ورودی و خروجی تونل کارپال اندازه‌گیری شد. ابعاد استخوانی به عنوان قطر عرضی بین تراپزیوم و هوک استخوان همیت (hook of hamate) و عمق بین فلکسور رتیناکولوم و استخوان هلالی (lunate bone) تعریف شدند. این تعاریف از مراجع استاندارد^(۱۳) پیروی می‌کنند و با استفاده از تجسم سونوگرافیک نقاط عطف آناتومیک به طور مداوم برای هر بیمار اعمال شد. تمام اندازه‌گیری‌های مربوطه به صورت دوطرفه به دست آمد و برای گروه‌های با شدت علائم متفاوت مقایسه شدند. قبل از انجام اولتراسوند، رضایت‌نامه‌ی کتبی از همه‌ی شرکت‌کنندگان گرفته شد. هیچ هزینه‌ی اضافی‌ای برای شرکت در مطالعه از بیماران دریافت نشد.

نتایج

میانگین سنی بیماران در این مطالعه ۴۲/۱۰ ± ۴۹/۵ سال بود. علاوه بر این، شاخص توده‌ی بدنی (BMI) ۲۶/۸ ± ۳/۵۶ کیلوگرم بر متر مربع بود. فراوانی مردان و زنان به ترتیب ۶ نفر (۱۰ درصد) و ۵۴ نفر (۹۰ درصد) بود. درگیری دست راست، چپ و هر دو دست به ترتیب در ۸ بیمار (۱۳/۳ درصد)، ۴ بیمار (۶/۷ درصد) و ۴۸ بیمار (۸۰ درصد) مشاهده شد (جدول ۱). مقادیر میانگین سنی تفاوت معناداری از نظر آماری در

کم، عدم‌تهاجمی بودن و توانایی تشخیص ناهنجاری‌های ساختاری عصب مدین به‌عنوان یک ابزار تشخیصی ارزشمند برای CTS شناخته شده است. چندین پارامتر اولتراسونوگرافیک از جمله سطح مقطع (CSA) عصب مدین، نسبت صاف‌شدگی، نسبت تورم و نسبت عصب مدین به اولنار به‌عنوان شاخص‌های تشخیصی بالقوه معرفی شده‌اند.^(۷، ۸) در میان این پارامترها، CSA عصب مدین اندازه‌گیری‌شده در ورودی تونل کارپال (سطح استخوان پیزیفرم) به‌عنوان قابل‌اعتمادترین شاخص تشخیصی در نظر گرفته می‌شود که حساسیت گزارش‌شده ۵۷ تا ۹۴ درصد و ویژگی ۵۷ تا ۹۸ درصد را نشان می‌دهد.^(۷، ۹) براساس متآنالیز تای (Tai) و همکاران، آستانه‌ی $CSA \geq 9$ میلی‌متر مربع بهترین عملکرد تشخیصی را ارائه می‌دهد (حساسیت ۸۷/۳ درصد، ویژگی ۸۳/۳ درصد)،^(۷، ۱۰) درحالی‌که تورس کوستوسو (Torres-Costoso) و همکاران محدوده‌ی برش بهینه‌ی ۹/۵ تا ۱۰/۰ میلی‌متر مربع را با حساسیت و ویژگی ترکیبی ۸۱ درصد و ۸۴ درصد گزارش کردند.^(۱۱) بنابراین، با توجه به دقت تشخیصی و مزایای عملی آن، ارزیابی ارزش تشخیصی سونوگرافی در CTS می‌تواند به تثبیت آن به‌عنوان جایگزینی قابل‌اعتماد و دوستدار بیمار یا مکمل مطالعات الکترودیگنوستیک کمک کند.

مواد و روش‌ها

طرح مطالعه

این مطالعه‌ی تشخیصی مقطعی شامل بیمارانی بود که طی یک دوره‌ی ۱۸ ماهه با علائم کلاسیک سندروم تونل کارپال به کلینیک ارتوپدی بیمارستان شهید صدوقی و بخش سربایی آن مراجعه کردند.

معیارهای ورود و خروج

معیارهای ورود

همه‌ی بیمارانی که با درد مچ دست سازگار با سندروم تونل کارپال مراجعه کردند.

معیارهای خروج

بیماران مبتلا به دیابت شیرین، آکرومگالی، سابقه‌ی شکستگی یا جراحی مچ دست یا بارداری از مطالعه خارج شدند.

ابزارها و رویه‌های جمع‌آوری داده‌ها

اطلاعات بیماران با استفاده از پرسش‌نامه‌ی ساختاریافته‌ای که مشترکاً توسط متخصصان ارتوپدی و رادیولوژی طراحی شده بود ثبت شد.

پروتکل مطالعه

تمام بیمارانی که معیارهای ورود را داشتند و هیچ‌کدام از معیارهای خروج را نداشتند در این مطالعه ثبت‌نام شدند. براساس نتایج مطالعه‌ی هدایت عصبی (NCS)، شرکت‌کنندگان براساس شدت علائم به سه گروه تقسیم شدند: خفیف، متوسط و شدید. متعاقباً، همه‌ی شرکت‌کنندگان تحت

طبیعی و شدید بود. عرض عصب در میانی ساعد نیز تفاوت معناداری را نشان داد که بیشتر بین گروه‌های طبیعی و متوسط مشهود بود. در تونل کارپال پروگزیمال، مساحت مقطع عرضی عصب میانی نیز عمدتاً بین گروه‌های نرمال و شدید به طور قابل توجهی بین گروه‌ها متفاوت بود ($p=0/001$). عرض عصب میانی در این سطح با برجستگی بیشترین تفاوت بین گروه ملایم و گروه‌های متوسط تفاوت معنادار مشابهی نشان داد ($p=0/010$).

علاوه بر این، مساحت مقطع عرضی در بخش دورتر از تونل کارپال در دست چپ به طور قابل توجهی در میان گروه‌ها متفاوت بود، به ویژه بین گروه شدید و گروه‌های نرمال، ملایم و متوسط. تفاوت‌های میان گروه‌ها مقادیر p به ترتیب ۰/۰۲۸، ۰/۰۸ و ۰/۰۲۵ را نشان دادند. تفاوت در عمق و مساحت مقطع عرضی از نظر آماری معنادار بود. در دست راست، هر دو پارامتر سونوگرافیک برای تشخیص سندروم تونل کارپال مفید بودند. سطح مقطع عرضی با یک برش ۸/۵ میلی‌متر مربع، حساسیت بالایی (۸۷/۵ درصد) و ویژگی خوبی (۸۱/۷ درصد) را نشان داد و آن را به یک شاخص قابل اعتماد تبدیل کرد. عرض عصب در ۵ میلی‌متر دارای حساسیت بسیار بالایی (۱۰۰ درصد) بود، اما ویژگی پایین‌تری (۷۱/۴ درصد) داشت که ممکن است به مثبت کاذب منجر شود. در دست چپ، حد آستانه‌ی CSA عصب مدین ۸ میلی‌متر مربع، حساسیت متوسطی (۷۰ درصد) و ویژگی بالایی (۹۵/۵ درصد) را نشان داد، در حالی که عرض عصب ۵ میلی‌متر حساسیت بالاتری (۷۹/۵ درصد)، اما ویژگی پایین‌تری (۵۸/۳ درصد) را برای تشخیص CTS فراهم کرد (جدول ۳).

بحث

یافته‌های ما نشان‌دهنده‌ی عدم وجود تفاوت آماری معنادار در سن در گروه‌های با شدت بیماری براساس طبقه‌بندی EMG-NCV بود ($P=0/344$) که نشان می‌دهد سن به‌تفاهمی ممکن است تعیین‌کننده‌ی قوی برای شدت CTS نباشد. درمقابل، شاخص توده‌ی بدنی (BMI) در گروه‌های با شدت بیشتر در EMG-NCV به‌طور معناداری بالاتر بود ($p=0/01$) که دلالت بر این دارد که افزایش توده‌ی بدنی ممکن است به فشار یا التهاب بیشتر عصب مدین کمک کند.

در پروگزیمال تونل کارپال، سندروم تونل کارپال ($p=0/002$) و عرض عصب مدین نیز تفاوت معناداری بین گروه‌ها داشتند. نتایج مشابهی برای دست چپ یافت شد، با تفاوت‌های معنادار بین گروهی در CSA و عرض میان‌ساعد (پروگزیمال نسبت به تونل کارپال، به‌ترتیب $p=0/023$ و $p=0/032$)، CSA پروگزیمال تونل ($p=0/001$)، عرض پروگزیمال تونل ($p=0/010$) و CSA دیستال تونل. علاوه بر این، تجزیه و تحلیل آناتومی استخوانی و تاندونی تونل کارپال (عرض، عمق و CSA) تفاوت‌های آماری معناداری را نشان داد (برای مثال، $p=0/025$ برای CSA).

این یافته‌ها با مطالعات قبلی همسو هستند. در متآنالیزی که توسط رول (Roll) و همکاران انجام شد گزارش شد که CSA نرمال عصب مدین در

بین گروه‌ها نشان نداد ($p=0/344$). در مقابل، مقادیر BMI تفاوت معناداری از نظر آماری در بین گروه‌ها نشان داد ($p=0/01$).

بیمارانی که ناهنجاری‌های شدیدتر EMG-NCV داشتند تمایل به مقادیر BMI بالاتری داشتند. علاوه بر این، مقایسه‌ی کل امتیاز بوستون، به عنوان یک معیار بالینی برای سندروم تونل کارپال، تفاوت معناداری را از نظر آماری در بین گروه‌ها نشان داد ($p=0/004$).

جدول ۲: میانگین مساحت مقطع عرضی و عرض عصب مدین در گروه‌های

مختلف بیماران براساس یافته‌های EMG-NCV

گروه	میانگین مساحت مقطع عرضی (mm ²)		میانگین وزن (mm)	
	راست	چپ	راست	چپ
نرمال	۹۷ ± ۱۸	۸۷ ± ۱۷	۴/۵ ± ۰/۵	۴/۳ ± ۱/۵
ملایم	۹۹۷ ± ۳/۱	۹/۶ ± ۲/۶	۵/۴ ± ۱/۱	۵/۶ ± ۰/۷
متوسط	۱۱۶ ± ۱/۹	۱۲/۲ ± ۲/۵	۶/۶۵ ± ۱/۱	۶/۰ ± ۰/۹
شدید	۱۴/۲ ± ۴/۶	۱۱/۶ ± ۵/۴	۶/۴ ± ۱/۴	۶/۰ ± ۱/۲
میانگین کل	۵/۸ ± ۱/۱۰	۶/۰۸ ± ۱/۳۵	۱۱/۰۲ ± ۴/۱۹	۱۱/۹ ± ۳/۹۱

تجزیه و تحلیل دقیق‌تر نشان داد که این تفاوت معنادار به طور خاص بین گروه‌های متوسط و شدید مشاهده می‌شود. نتایج EMG-NCV نشان داد که سندروم تونل کارپال به طور کلی در دست راست شدیدتر و شایع‌تر بود، به طوری که موارد شدید بیشتر در سمت راست (۳۶/۷ درصد) و موارد متوسط بیشتر در سمت چپ (۳۵ درصد) شایع بودند. یافته‌های طبیعی در دست چپ شایع‌تر بود (۲۶/۷ درصد در مقابل ۶/۷ درصد).

یافته‌های سونوگرافیک عصب مدین

براساس تحلیل‌های سونوگرافیک عصب مدین در دست راست، تفاوت‌های معناداری بین گروه‌های مطالعه مشاهده شد. مساحت مقطع عرضی عصب مدین در سطح میانی ساعد (میانگین = ۷/۹۷ میلی‌متر مربع) تفاوت آماری معناداری را نشان داد ($p=0/000$) که عمدتاً بین گروه‌های طبیعی و شدید و همچنین بین گروه‌های خفیف و متوسط/ شدید بود. به طور مشابه، عرض عصب در میانی ساعد نیز تفاوت معناداری بین گروه‌ها نشان داد ($p=0/006$) که بیشترین نمود آن بین گروه خفیف و گروه‌های متوسط و شدید بود. در قسمت پروگزیمال تونل کارپال، مساحت مقطع عرضی عصب مدین نیز تفاوت معناداری بین گروه‌ها نشان داد ($p=0/002$) که عمدتاً بین گروه‌های طبیعی و شدید بود. عرض عصب مدین در این سطح نیز تفاوت معناداری را نشان داد ($p=0/002$) که بیشترین تفاوت بین گروه خفیف و گروه‌های متوسط/ شدید بود.

تفاوت‌های مشاهده‌شده بین گروه‌ها از نظر آماری معنادار بودند (به ترتیب، $p=0/003$ ، $p=0/004$ و $0/005$) که نشان می‌دهد افزایش مساحت مقطع عرضی و عرض تونل کارپال با شدت بیشتر بیماری همراه است (جدول ۲). در مورد دست‌ها، مساحت مقطع عرضی عصب مدین در سطح میانی ساعد تفاوت معناداری بین گروه‌ها نشان داد که عمدتاً بین گروه‌های

به‌طور مشابه، بنگ (Bang) و همکاران (2019) ۳۴ بیمار مبتلا به علائم CTS را ارزیابی کردند و دریافتند که اندازه‌گیری CSA عصب مدین برای تشخیص زود هنگام مؤثر است و می‌تواند موارد نرمال را از موارد خفیف تشخیص دهد.^(۱۶) در این مطالعه که بیلاکوتا سانتوشی (Billakota Santoshi) و همکاران (2017) انجام دادند، در مجموع، وضعیت ۶۷۰ بیمار شامل ۱۰۲۱ اندام ارزیابی شدند. اولتراسونوگرافی در ۹۷/۶ درصد از موارد CTS با تأیید شده توسط آزمایش‌های الکترودیآگنوستیک (EDx) نتایج مثبتی را نشان داد که این امر نشان می‌دهد اولتراسوند عصب مدین حساسیت قابل‌مقایسه‌ای با استاندارد طلایی EDx برای تشخیص CTS دارد. این یافته‌ها حاکی از آن است که اولتراسوند می‌تواند به‌عنوان ابزار غربالگری مفید قبل از ارزیابی EDx برای سندروم تونل کارپال عمل کند.^(۱۷)

در مجموع، این یافته‌ها بر کاربرد بالینی اولتراسوند هم در تشخیص و هم در درجه‌بندی شدت CTS تأکید می‌کنند؛ درحالی‌که CSA قوی‌ترین پارامتر باقی می‌ماند، عرض عصب به‌تنهایی کمتر اختصاصی است و ممکن است به نتایج مثبت کاذب منجر شود. تنوعات آناتومیکی مانند عصب مدین دوشاخه یا ساختارهای عضلانی جانبی ممکن است تفسیر سونوگرافیک را بیشتر پیچیده کنند که نیاز به تکنیک و تجربه دقیق را برجسته می‌کند.

نقاط قوت مطالعه حاضر شامل ارزیابی ترکیبی پارامترهای انسان‌سنجی، فیزیولوژیکی و سونوگرافیک و همچنین ارزیابی هر دو دست است. این مطالعه با ماهیت تک‌مرکزی، حجم نمونه‌ی متوسط و عدم پیگیری طولانی‌مدت برای تعیین چگونگی ارتباط پارامترهای اولتراسوند با نتایج درمان محدودیت دارد. تحقیقات آینده باید با هدف گنجاندن گروه‌های کنترل، پروتکل‌های استاندارد اندازه‌گیری سونوگرافیک و پیگیری طولی برای ارزیابی ارزش پیش‌آگهی این یافته‌های تصویربرداری انجام شود.

نتیجه‌گیری

اولتراسونوگرافی، به‌ویژه اندازه‌گیری سطح مقطع عصب مدین (CSA)، رویکردی تشخیصی و قابل‌اعتماد، غیرتهاجمی و دقیق برای سندروم تونل کارپال (CTS) ارائه می‌دهد. یافته‌ها نشان می‌دهند که CSA با شدت بیماری هم‌بستگی قوی دارد و می‌تواند به‌طور مؤثر آزمایش‌های الکترودیآگنوستیک (EMG-NCV) را در تأیید و درجه‌بندی CTS تکمیل کند. علاوه بر این، به نظر می‌رسد شاخص توده‌ی بدنی (BMI) بالاتر در افزایش فشار بر عصب نقش داشته باشد و بر نقش بالقوه‌ی عوامل متابولیک در پیشرفت بیماری تأکید می‌کند. در مجموع، اولتراسونوگرافی ابزاری ارزشمند و بیمارپسند برای تشخیص و ارزیابی بالینی شدت CTS است.

تونل کارپال تقریباً ۸/۶ میلی‌متر مربع است که مقادیر بالاتر به‌شدت با CTS مرتبط هستند.^(۱۲) علاوه بر این، ایکومی (Ikumi) و همکاران هم‌بستگی مثبت معناداری را بین BMI و CSA ($r=0/44$) در بیماران علامت‌دار نشان دادند که رابطه‌ی مشاهده‌شده در مطالعه‌ی ما بین BMI بالاتر و افزایش اندازه‌ی عصب مدین را تأیید می‌کند.^(۱۳)

جدول ۳: معیارهای سونوگرافی، حساسیت و خاصیت تشخیصی مساحت مقطع عرضی و عرض عصب مدین در تونل کارپال برای تشخیص سندروم تونل کارپال در دست راست و دست چپ

دست	متغیر	مقدار آستانه (mm ²)	حساسیت (%)	ویژگی (%)
راست	مساحت مقطع عرضی عصب مدین در تونل کارپال	۸/۵	۸۷/۵	۸۱/۷
	پهنای عصب مدین در تونل کارپال	۵	۱۰۰	۷۱/۴
چپ	مساحت مقطع عرضی عصب مدین در ناحیه‌ی تونل کارپال	۸	۷۰	۹۵/۵
	پهنای عصب مدین در تونل کارپال	۶	۷۹/۵	۵۸/۳

از منظر تشخیصی، یافته‌های ما نشان می‌دهد که اندازه‌گیری‌های سونوگرافیک حساسیت و ویژگی قابل‌توجهی را ارائه می‌دهند. در دست راست، آستانه‌ی CSA معادل ۸/۵ میلی‌متر مربع، حساسیت ۸۷/۵ درصد و ویژگی ۸۱/۷ درصد را به دست آورد، درحالی‌که عرض عصب $5 \leq$ میلی‌متر، حساسیت کامل (۱۰۰ درصد) اما ویژگی پایین‌تری (۷۱/۴ درصد) را نشان داد. در دست چپ، آستانه‌ی CSA معادل ۸ میلی‌متر مربع، حساسیت ۷۰ درصد و ویژگی ۹۵/۵ درصد داشت و عرض ۵ میلی‌متر، حساسیت ۷۹/۵ درصد و ویژگی ۵۸/۳ درصد را به دست آورد.

وو (Vo) و همکاران آشکار کردند که CSA عصب مدین شاخصی تشخیصی و قابل‌اعتماد برای CTS است. p-CSA بزرگ‌تر از ۹/۵ میلی‌متر مربع به‌عنوان آستانه‌ی تشخیصی برای CTS توصیه می‌شود، درحالی‌که مقداری که از ۱۵/۵ میلی‌متر مربع تجاوز کند ممکن است نشان‌دهنده‌ی CTS شدید در جمعیت ویتنامی باشد.^(۱۴) نتایج ما همچنین توسط چندین مطالعه‌ی بالینی اخیر تأیید می‌شود. کریستیانی-وینر (Cristiani-Winer) و همکاران (2020) ۵۰ بیمار (۱۴ مرد، ۳۶ زن) را با استفاده از هر دو روش الکترودیآگنوستیک و اولتراسونوگرافیک معاینه کردند و گزارش دادند که، در صورت نیاز به تأیید تشخیصی، اولتراسونوگرافی گزینه‌ای عالی بوده است و تجربه‌ای کم‌استرس‌تر، کم‌دردتر و غیرتهاجمی برای بیماران فراهم کرده است و همچنین هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی را کاهش داده و فرایند تشخیص را تسریع کرده است.^(۱۵)

PMCID: PMC7460039.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافی اعلام نکرده‌اند.

منابع

10. Tai TW, Wu CY, Su FC, Chern TC, Jou IM. Ultrasonography for diagnosing carpal tunnel syndrome: a meta-analysis of diagnostic test accuracy. *Ultrasound Med Biol.* 2012 Jul;38(7):1121-8. doi: [10.1016/j.ultrasmedbio.2012.02.026](https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2012.02.026). Epub 2012 Apr 27. PMID: 22542258.
11. Torres-Costoso A, Martínez-Vizcaíno V, Álvarez-Bueno C, Ferri-Morales A, Cavero-Redondo I. Accuracy of Ultrasonography for the Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2018 Apr;99(4):758-765.e10. doi: [10.1016/j.apmr.2017.08.489](https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.08.489). Epub 2017 Sep 22. PMID: 28947163.
12. Roll SC, Takata SC, Yao B, Kysh L, Mack WJ. Sonographic reference values for median nerve cross-sectional area: A meta-analysis of data from healthy individuals. *J Diagn Med Sonogr.* 2023 Sep;39(5):492-506. doi: [10.1177/87564793231176009](https://doi.org/10.1177/87564793231176009). Epub 2023 Jun 6. PMID: 37654772; PMCID: PMC10468154.
13. Ikumi A, Yoshii Y, Kudo T, Kohyama S, Ogawa T, Hara Y, Ishii T. Potential Relationships between the Median Nerve Cross-Sectional Area and Physical Characteristics in Unilateral Symptomatic Carpal Tunnel Syndrome Patients. *J Clin Med.* 2023 Mar 27;12(7):2515. doi: [10.3390/jcm12072515](https://doi.org/10.3390/jcm12072515). PMID: 37048599; PMCID: PMC10095503.
14. Vo NQ, Nguyen THD, Nguyen DD, Le TB, Le NTN, Nguyen TT. The value of sonographic quantitative parameters in the diagnosis of carpal tunnel syndrome in the Vietnamese population. *J Int Med Res.* 2021 Dec;49(12):3000605211064408. doi: [10.1177/03000605211064408](https://doi.org/10.1177/03000605211064408). PMID: 34939464; PMCID: PMC8721721.
15. Cristiani-Winer M, Allende-Nores C, Aguirre GL, Robles CO, Ré R. Sensibilidad y especificidad de tres métodos complementarios para el diagnóstico de síndrome de túnel carpiano [Sensitivity and specificity of three complementary methods in the diagnosis of carpal tunnel syndrome]. *Acta Ortop Mex.* 2020 Jan-Feb;34(1):31-37. Spanish. PMID: [33230997](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33230997/).
16. Bang M, Kim JM, Kim HS. The usefulness of ultrasonography to diagnose the early stage of carpal tunnel syndrome in proximal to the carpal tunnel inlet: A prospective study. *Medicine (Baltimore).* 2019 Jun;98(26):e16039. doi: [10.1097/MD.00000000000016039](https://doi.org/10.1097/MD.00000000000016039). PMID: 31261508; PMCID: PMC6616851.
17. Billakota S, Hobson-Webb LD. Standard median nerve ultrasound in carpal tunnel syndrome: A retrospective review of 1,021 cases. *Clin Neurophysiol Pract.* 2017 Sep 15;2:188-191. doi: [10.1016/j.cnp.2017.07.004](https://doi.org/10.1016/j.cnp.2017.07.004). PMID: 30214994; PMCID: PMC6123884.
1. Joshi A, Patel K, Mohamed A, Oak S, Zhang MH, Hsiung H, Zhang A, Patel UK. Carpal Tunnel Syndrome: Pathophysiology and Comprehensive Guidelines for Clinical Evaluation and Treatment. *Cureus.* 2022 Jul 20;14(7):e27053. doi: [10.7759/cureus.27053](https://doi.org/10.7759/cureus.27053). PMID: 36000134; PMCID: PMC9389835.
2. Sevy JO, Sina RE, Varacallo MA. Carpal Tunnel Syndrome. [Updated 2023 Oct 29]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448179/>
3. U.S. Department of Labor, Bureau of Labor Statistics. Nonfatal occupational injuries and illnesses requiring days off from work, 2021 [Internet]. Washington (DC): U.S. Department of Labor; 2022 [cited 2022 Apr 20]. Available from: <https://www.bls.gov/news.release/pdf/osh2.pdf>
4. McDiarmid M, Oliver M, Ruser J, Gucer P. Male and female rate differences in carpal tunnel syndrome injuries: personal attributes or job tasks? *Environ Res.* 2000 May;83(1):23-32. doi: [10.1006/enrs.2000.4042](https://doi.org/10.1006/enrs.2000.4042). PMID: 10845778.
5. Hassan A, Beumer A, Kuijer PPFM, van der Molen HF. Work-relatedness of carpal tunnel syndrome: Systematic review including meta-analysis and GRADE. *Health Sci Rep.* 2022 Nov 2;5(6):e888. doi: [10.1002/hsr.2.888](https://doi.org/10.1002/hsr.2.888). PMID: 36340637; PMCID: PMC9629628.
6. Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor. The Economics Daily: distribution of days away from work due to workplace injuries and illnesses [Internet]. Washington (DC): Bureau of Labor Statistics; 2022 Apr 21. Available from: https://www.bls.gov/news.release/archives/osh2_04212022.html
7. Luo YT, Huang YT, Chiu V, Chang YW, Horng YS. Diagnostic meta-analysis of the efficacy of ultrasonography for diagnosing carpal tunnel syndrome: A comparison between Asian and non-Asian populations. *J Formos Med Assoc.* 2025 Jul;124(7):666-674. doi: [10.1016/j.ijfma.2024.06.026](https://doi.org/10.1016/j.ijfma.2024.06.026). Epub 2024 Jul 3. PMID: 38965008.
8. Chang YW, Hsieh TC, Tzeng IS, Chiu V, Huang PJ, Horng YS. Ratio and difference of the cross-sectional area of median nerve to ulnar nerve in diagnosing carpal tunnel syndrome: a case control study. *BMC Med Imaging.* 2019 Jul 4;19(1):52. doi: [10.1186/s12880-019-0351-3](https://doi.org/10.1186/s12880-019-0351-3). PMID: 31272405; PMCID: PMC6610846.
9. Yoshii Y, Zhao C, Amadio PC. Recent Advances in Ultrasound Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome. *Diagnostics (Basel).* 2020 Aug 15;10(8):596. doi: [10.3390/diagnostics10080596](https://doi.org/10.3390/diagnostics10080596). PMID: 32824261;

بررسی پیامدهای بازسازی قطع‌شدگی نوک انگشت با فلپ کف دست و عوامل مرتبط با آن

(مطالعه‌ی مقطعی گذشته‌نگر)

چکیده

مقدمه: آسیب‌های نوک انگشت از تروماهای شایع دست هستند و انتخاب روش بازسازی می‌تواند بر درد، عملکرد و ظاهر انگشت اثرگذار باشد. هدف این مطالعه بررسی پیامدهای بازسازی آمپوتاسیون نوک انگشت با فلپ پالمار و ارزیابی عوامل مرتبط با پیامدها بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه‌ی مشاهده‌ای مقطعی گذشته‌نگر، پرونده‌های پزشکی بیمارانی که بین سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۳ در یک بیمارستان تحت بازسازی با فلپ کف‌دستی قرار گرفته بودند بررسی شدند. پیامدهای گزارش‌شده توسط بیماران شامل عملکرد، درد و ظاهر با استفاده از مقیاس عددی ۱۰ (نمره‌ای اندازه‌گیری شد. تحلیل‌های آماری با استفاده از آزمون تی مستقل، تحلیل واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و ضریب هم‌بستگی رتبه‌ای اسپیرمن انجام شد.

نتایج و بحث: در مجموع، ۵۰ بیمار وارد مطالعه شدند؛ میانگین سن ۳۰/۱۴ سال با انحراف معیار (SD) ۵/۵۸ بود و ۸۸ درصد بیماران مرد بودند. مکانیسم آسیب در همه‌ی موارد صنعتی بود. میانگین امتیاز ظاهر ۷/۷۲، درد ۷/۷۲ و عملکرد ۸/۲۶ گزارش شد. تفاوت معنی‌داری در پیامدها برحسب جنس و سمت آسیب مشاهده نشد. درد در بیماران با آسیب سه انگشت بیشتر بود ($P = ۰/۰۳۱$). عملکرد در درگیری انگشت پنجم کاهش معنی‌دار داشت ($P = ۰/۰۰۷$) تأخیر بیش از ۲۴ ساعت تا جراحی با درد بیشتر همراه بود ($P = ۰/۰۱۷$) و با افزایش تأخیر در عمل جراحی نمره‌ی عملکرد روند مرزی داشت ($P = ۰/۰۹۴$).

نتیجه‌گیری: در بازسازی نوک انگشت با فلپ پالمار، تعداد انگشت‌های درگیر، درگیری انگشت پنجم و تأخیر جراحی از عوامل مهم مرتبط با پیامدهای کم هستند.

واژگان کلیدی: آسیب‌های انگشت، قطع عضو تروماتیک، فلپ‌های جراحی، آسیب‌های دست

پذیرش مقاله: ۴۰ روز قبل از چاپ

دکتر سیدحسین سعید بنادکی،^۱ دکتر میلاد قلی‌زاده،^۲ دکتر نیما فتح‌الله‌زاده،^۳ دکتر شهاب شیخعلیشاهی،^۴ دکتر حسام‌الدین جعفری‌نسب

مقدمه

آسیب‌های نوک انگشت از شایع‌ترین آسیب‌های دست هستند و به دلیل نقش نوک انگشت در گرفتن دقیق، حس محافظتی و ظاهر واحد ناخن می‌توانند با درد مزمن، اختلال عملکرد و ناراضی‌تای ظاهری همراه شوند. این آسیب‌ها در سنین فعال کاری رخ می‌دهند و هم در زمینه‌های شغلی و صنعتی و هم در آسیب‌های غیرشغلی گزارش شده‌اند؛ در بسیاری از گزارش‌ها شیوع در مردان بیشتر است و پیامد آن می‌تواند کاهش بهره‌وری و غیبت از کار باشد.^(۱-۳) در آمپوتاسیون نوک انگشت (Fingertip amputation)، هدف درمان صرفاً بستن زخم نیست، بلکه بازگرداندن حس، ایجاد پوشش پایدار و مقاوم در برابر نیروهای برشی، حفظ طول و شکل انگشت و فراهم کردن بستر مناسب برای رشد ناخن اهمیت دارد. درمان نامناسب می‌تواند به پیامدهایی مانند حساسیت به سرما، درد یا حساسیت آزاردهنده در محل فلپ/ اسکار و اختلال عملکردی انگشت منجر شود. بنابراین، انتخاب روش درمان باید براساس الگوی آسیب، میزان نمایان شدن استخوان یا تاندون، وضعیت بستر ناخن و نیازهای عملکردی بیمار انجام شود.^(۴-۶) با وجود پیشرفت‌های درمانی، هنوز اجماع قطعی درباره‌ی بهترین رویکرد در همه‌ی بیماران وجود ندارد و تصمیم‌گیری میان درمان محافظه‌کارانه و جراحی باید فردمحور باشد. پانسمان نیمه‌انسدادی (Semi-occlusive dressing) در سال‌های اخیر به‌عنوان یک گزینه‌ی غیرجراحی در موارد منتخب مطرح شده و، در مطالعات جدید، بهبود مناسب، رضایت بیمار و برخی مزایای عملکردی گزارش شده است. این یافته‌ها ضرورت تعریف دقیق اندیکاسیون‌ها و مقایسه‌ی منصفانه روش‌ها را برجسته می‌کند.^(۶)

۱. مرکز تحقیقات تروما، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران
 ۲. گروه جراحی ارتوپدی، مرکز تحقیقات تروما، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران
 ۳. کمیته‌ی تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران

نویسنده‌ی مسئول:

دکتر حسام‌الدین جعفری‌نسب

Email Address:
jafarinasab1000@gmail.com

(۸)

مواد و روش‌ها

این پژوهش یک مطالعه‌ی مشاهده‌ای گذشته‌نگر مقطعی است که براساس بررسی پرونده‌های همه‌ی بیماران دچار آمپوتاسیون نوک انگشت انجام شد. جامعه‌ی هدف شامل بیمارانی بود که در بیمارستان سیدالشهدا یزد طی سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۳ تحت عمل بازسازی نوک انگشت با فلپ پالمار قرار گرفته بودند. گزارش مطالعه براساس راهنمای «تقویت گزارش‌دهی مطالعات مشاهده‌ای در اپیدمیولوژی» (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE)) تنظیم شد.^(۱۹،۱۸) نمونه‌گیری به صورت در دسترس و به شکل سرشماری از همه‌ی موارد واجد شرایط در بازه‌ی زمانی تعیین‌شده انجام شد.



ب

الف

شکل ۱: تصاویر حین عمل از آمپوتاسیون نوک انگشت و بازسازی با فلپ پالمار. (الف) نمای نقص بافت نرم پیش از بازسازی؛ (ب) نمای پس از قراردادی و فیکس کردن فلپ بر روی نوک انگشت

معیار ورود شامل بیمارانی بود که دچار آمپوتاسیون نوک انگشت بوده، تحت بازسازی با فلپ پالمار قرار گرفته و برای مشارکت در پژوهش رضایت آگاهانه ارائه کرده بودند. معیار خروج شامل عدم رضایت برای مشارکت و نیز عدم پاسخ‌گویی در پیگیری بود. با توجه به ماهیت گذشته‌نگر پژوهش، حجم نمونه براساس تعداد کل بیماران واجد شرایط در دوره‌ی ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۳ تعیین شد. در مرحله‌ی استخراج اولیه، حدود ۶۳ پرونده از بایگانی شناسایی شد.

پس از حذف موارد تکراری/ نامرتب (n = ۲) و کنار گذاشتن پرونده‌هایی که معیارهای ورود را نداشتند یا روش بازسازی آن‌ها فلپ پالمار نبود (n = ۴)، تعدادی پرونده نیز به دلیل نقص اطلاعات کلیدی (از جمله ثبت نشدن تاریخ/ ساعت لازم برای محاسبه‌ی تأخیر تا جراحی، ناقص بودن اطلاعات انگشت/ سمت آسیب، یا نبود اطلاعات تماس معتبر برای پیگیری) حذف شد (۴ مورد). در نهایت، ۵۳ بیمار واجد شرایط باقی ماند. از این تعداد، در فرایند پیگیری نهایی ۱ نفر از مشارکت انصراف داد و ۲ نفر علی‌رغم حداقل سه نوبت تلاش تماس قابل دسترسی نبودند. بنابراین، ۵۰ بیمار وارد تحلیل نهایی شدند.

ابتدا با مراجعه به بایگانی بیمارستان، پرونده‌ی بیماران واجد شرایط در بازه‌ی ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۳ استخراج شد. داده‌های دموگرافیک و اطلاعات

در مواردی که نقص بافت نرم گسترده است یا استخوان بند انتهایی نمایان می‌شود، بازسازی با فلپ موضعی (Local flap) معمولاً ضرورت پیدا می‌کند. فلپ کراس فینگر (Cross-finger flap) و فلپ تنار (Thenar flap) از روش‌های رایج بازسازی هستند. در کنار آن‌ها، فلپ میدپالمار (Mid-palmar flap) نیز برای برخی الگوهای نقص مطرح شده است. با وجود مزایا، برخی روش‌های فلپی می‌توانند دوره‌ی بی‌حرکتی طولانی‌تری ایجاد کنند و این موضوع در بازگشت به کار و رضایت بیمار اثرگذار است.^(۱۰،۹)

از منظر اصول بازسازی، در نقص‌های ولار نوک انگشت، استفاده از پوست بدون مو کف دست به دلیل شباهت در ضخامت، تحمل تماس و کیفیت پوشش مقاوم و نسبتاً هم‌جنس با پالپ انگشت می‌توانند در بیماران شاغل و کسانی که تماس مکرر نوک انگشت دارند گزینه‌ای ارزشمند باشند. در طراحی‌های مبتنی بر ناحیه‌ی میدپالمار، به خون‌رسانی این منطقه از شاخه‌ی پالمار سطحی شریان رادیال (Superficial palmar branch of radial artery, SPBRA) توجه شده است.^(۱۰-۱۲)

تاریخچه‌ی استفاده از پوست کف دست برای ترمیم نقص‌های انگشت به گزارش‌های کلاسیک بازمی‌گردد. گیت‌وود (Gatewood) این مفهوم را در دهه‌های نخست قرن بیستم مطرح کرد و سپس، با اصلاحات مختلف، کاربرد آن برای آسیب‌های دیستال و نوک انگشت گسترش یافت. در ادامه، روش‌های مبتنی بر فلپ‌های پالمار و تنار توسط جراحان مختلف اصلاح شد و مابانی تکنیکی آن تکامل پیدا کرد.^(۱۳) با این حال، نگرانی‌هایی درباره‌ی عوارضی مانند خشکی مفاصل و دردناکی جای زخم در محل دهنده مطرح بوده است. شواهد بالینی نشان می‌دهد که بخش مهمی از این مشکلات با بهینه‌سازی تکنیک، طراحی مناسب پدیکل، جداسازی به‌موقع فلپ و شروع زود هنگام توان‌بخشی قابل کاهش است. گزارش‌های بازتوانی فلپ تنار و تجربه‌های حجیم‌تر نیز بر اهمیت حرکت‌دهی برنامه‌ریزی‌شده برای پیگیری از سفتی مفاصل تأکید دارند.^(۱۰،۱۴،۱۵)

در ارزیابی نتایج درمان آسیب‌های نوک انگشت، علاوه بر معیارهای عینی، پیامدهای گزارش‌شده توسط بیمار مانند درد، عملکرد در فعالیت‌های روزمره و رضایت از ظاهر اهمیت ویژه‌ای دارد. در سال‌های اخیر، مطالعه‌های مقایسه‌ای جدید، تفاوت برخی پیامدهای عملکردی و ظاهری میان تکنیک‌های فلپی را نشان داده‌اند و مرورهای جدید نیز همچنان نقش فلپ تنار را به‌عنوان گزینه‌ی قابل‌اتکا در بازسازی نوک انگشت برجسته می‌کنند.^(۱۶،۱۷) با توجه به شواهد محدود درباره‌ی پیامدهای بازسازی نوک انگشت با فلپ پالمار، انجام مطالعه‌های مرکز‌محور می‌تواند به تصمیم‌گیری بالینی، مشاوره‌ی دقیق‌تر به بیمار و اصلاح پروتکل‌های درمان و توان‌بخشی کمک کند. مطالعه‌ی حاضر با هدف بررسی نتایج بازسازی در مصدومین دچار آمپوتاسیون نوک انگشت با روش فلپ پالمار و نیز تحلیل ارتباط نتایج با عوامل بالینی منتخب انجام می‌شود.^(۱۰،۹)

محافظ کوتاه‌مدت (حدود ۷ تا ۱۰ روز) برای حفاظت از فلپ به کار می‌رفت.

جدول ۱: ویژگی‌های پایه‌ی بیماران، الگوی آسیب و پیامدهای اصلی (۵۰ = II بیمار، ۷۶ انگشت)	
مقدار	متغیر
۳۰ تا ۲۰، ۴۰/۵۸ ± ۳۰/۱۴	سن (سال)، میانگین ± انحراف معیار، دامنه
مرد ۴۴ (۸۸٪)؛ زن ۶ (۱۲)	جنس، تعداد (درصد)
راست ۳۰ (۶۰٪)؛ چپ ۲۰ (۴۰٪)	سمت آسیب، تعداد (درصد)
صنعتی ۵۰ (۱۰۰٪)	مکانیسم آسیب، تعداد (درصد)
۱ انگشت ۳۴ (۶۸٪)؛ ۲ انگشت ۶ (۱۲٪)؛ ۳ انگشت ۱۰ (۲۰٪)	تعداد انگشت‌های درگیر در هر بیمار، تعداد (درصد)
انگشت ۱: ۳ (۳/۹۴)؛ انگشت ۲: ۲۷ (۳۵/۵۲)؛ انگشت ۳: ۲۵ (۳۲/۸۹)؛ انگشت ۴: ۱۳ (۱۷/۱۰)؛ انگشت ۵: ۹ (۱۱/۸۴)	توزیع انگشت‌های آسیب‌دیده از کل ۷۶ انگشت، تعداد (درصد)
۴ تا ۱۶۸، ۵۰/۹۳ ± ۳۳/۰۴	وقفه تا جراحی (ساعت)، میانگین ± انحراف معیار، دامنه
۶ تا ۱۰، ۱/۴۳ ± ۷/۷۲	امتیاز ظاهر، میانگین ± انحراف معیار، کمینه تا بیشینه
۲ تا ۹، ۱/۳۶ ± ۷/۷۲	امتیاز درد، میانگین ± انحراف معیار، کمینه تا بیشینه
۵ تا ۱۰، ۱/۴۵ ± ۸/۲۶	امتیاز عملکرد، میانگین ± انحراف معیار، کمینه تا بیشینه

در همین دوره، حرکت‌دهی فعال مفاصل شانه/آرنج/مچ و انگشتان غیر درگیر از روز اول انجام می‌شد و حرکت‌دهی فعال ملایم مفاصل آزاد انگشت درگیر به صورت تدریجی و مطابق تحمل بیمار شروع می‌شد. پس از برداشتن آتل/ترمیم مناسب زخم و در صورت انجام فلپ دومرحله‌ای، پس از جداسازی پدیکل (معمولاً حدود ۱۰-۱۵ روز پس از مرحله‌ی اول)، تمرینات دامنه‌ی حرکتی فعال و غیرفعال انگشت درگیر تحت نظر درمانگر دست آغاز و سپس به صورت مرحله‌ای با تمرینات کششی، کنترل ادم و در مراحل بعد تقویت عملکرد تکمیل می‌شد. پس از بسته شدن کامل زخم، آموزش مراقبت اسکار و کاهش حساسیت (ماساژ اسکار و برنامه‌ی حساسیت‌زدایی تدریجی) به بیمار ارائه می‌شد.^(۲۰) زمان جداسازی پدیکل فلپ دومرحله‌ای، براساس قضاوت جراح و وضعیت ترمیم تعیین می‌شد.

امتیاز کارایی، درد و امتیاز ظاهر و زیبایی بودند که با فرم جمع‌آوری داده طراحی شده برای این مطالعه و بر پایه‌ی مقیاس عددی ۰ تا ۱۰ ثبت شدند؛ برای درد از مقیاس عددی ۰- بدون درد تا ۱۰- بدترین درد قابل‌تصور استفاده شد. علاوه بر این، متغیرهای استخراج‌شده از پرونده برای توصیف نمونه و نیز برای بررسی ارتباط برخی عوامل منتخب با پیامدها (شامل جنس، سمت آسیب، تعداد انگشت‌های درگیر، شماره‌ی انگشت و فاصله‌ی زمانی تا جراحی) به کار رفت. مطالعه پس از تأیید شورای پژوهشی و اخذ مجوز کمیته‌ی اخلاق دانشگاه و با رعایت اصول

مرتبط با آسیب از پرونده‌ها جمع‌آوری شد که شامل سن، جنس، سمت آسیب، شماره‌ی انگشت آسیب‌دیده، تعداد انگشت‌های درگیر در هر بیمار، و فاصله‌ی زمانی ایجاد آسیب تا عمل جراحی بود. همچنین، مکانیسم آسیب برای توصیف نمونه ثبت شد. در مواردی که یک متغیر در برخی پرونده‌ها ناقص بود، تحلیل‌های مربوط به آن متغیر براساس تعداد موارد معتبر (valid cases) انجام و، در گزارش نتایج، مخرج محاسبات به صورت شفاف ذکر شد. با این حال، پرونده‌هایی که اطلاعات کلیدی برای ورود به مطالعه/پیگیری نهایی را نداشتند در مرحله‌ی غربال حذف شدند.

پس از شناسایی موارد، بیماران براساس معیارهای ورود و خروج وارد مطالعه شدند. رضایت آگاهانه از بیماران اخذ شد. برای سنجش کارایی و درد از «مقیاس لیکرت دهمرحله‌ای» استفاده شد، به‌گونه‌ای که نمره‌ی ۱ بیانگر کمترین درد و نمره‌ی ۱۰ بیانگر بیشترین درد بود.^(۲۰) برای ارزیابی ظاهر و زیبایی، یک پژوهشگر ثابت، ظاهر را با همان مقیاس لیکرت دهمرحله‌ای امتیازدهی کرد.

ارزیابی پیامدها (درد، عملکرد و ظاهر) در «پیگیری نهایی» انجام شد؛ منظور از پیگیری نهایی آخرین مراجعه‌ی ثبت‌شده بیمار پس از تکمیل درمان و ترمیم زخم (و در صورت انجام فلپ دومرحله‌ای، پس از جداسازی پدیکل) بود. مدت پیگیری به صورت فاصله‌ی زمانی بین تاریخ جراحی و تاریخ پیگیری نهایی (زمان ثبت پیامدها) محاسبه و گزارش شد. در سراسر مقاله، منظور از «درد پس از عمل» امتیاز درد در زمان پیگیری نهایی است.

تکنیک جراحی و مراقبت پس از عمل

عمل‌های جراحی توسط تیم جراحی مرکز شامل جراحان ارشد و با مشارکت دستیاران ارتوپدی (رزیدنت‌ها) انجام می‌شد؛ در مواردی که رزیدنت انجام‌دهنده‌ی اصلی بود، مراحل کلیدی تحت نظارت مستقیم جراح ارشد انجام می‌شد. روش بی‌حسی در اغلب موارد بی‌حسی ناحیه‌ای به روش بلوک عصبی انگشت (Digital nerve block) بود و نوع بی‌حسی براساس مستندات پرونده ثبت شد. در مرکز مورد مطالعه، بازسازی نوک انگشت با فلپ پالمار به صورت یک فلپ پدیکل‌دار از پوست بدون مو دست انجام می‌شد. طراحی فلپ براساس محل نقص وانگشت درگیر تعیین می‌شد و فلپ با ضخامت کامل همراه با لایه‌ای از بافت زیرجلدی به اندازه‌ی کافی بالا برده می‌شد تا خون‌رسانی آن حفظ شود. پس از دبریدمان و آماده‌سازی بستر گیرنده، فلپ بدون کشش در محل نقص فیکس می‌شد و، در صورت نیاز برای جلوگیری از فشار بر پدیکل، وضعیت انگشت به شکل مناسب ثابت‌سازی می‌گردید (شکل ۱).

پس از عمل، بیمار از نظر علائم اختلال خون‌رسانی فلپ پایش می‌شد و آموزش‌های مراقبت از زخم دریافت می‌کرد. ثابت‌سازی کوتاه‌مدت به منظور حفاظت از فلپ انجام می‌شد و برنامه‌ی حرکت‌دهی و بازتوانی پس از اطمینان از پایداری فلپ و ترمیم اولیه‌ی زخم آغاز می‌شد؛ به‌طور معمول، در روزهای نخست، اندام در وضعیت بالا نگه داشته می‌شد و آتل

از انگشت‌های درگیر، ۳۴ بیمار (۶۸ درصد) آسیب تک‌انگشتی، ۶ بیمار (۱۲ درصد) دو انگشت و ۱۰ بیمار (۲۰ درصد) آسیب سه انگشت داشتند. در مجموع، ۷۶ انگشت آسیب‌دیده در نمونه ثبت شد که بیشترین فراوانی مربوط به انگشت دوم و سوم بود. وقفه‌ی زمانی تا انجام عمل جراحی بین ۴ تا ۱۶۸ ساعت متغیر بود و میانگین آن ۳۳/۰۴ ساعت با انحراف معیار ۵۰/۹۳ گزارش شد. امتیازهای ظاهر، درد و عملکرد در پیگیری نهایی با طیف لیکرت ۰ تا ۱۰ ثبت شدند. در شاخص درد، نمره‌ی بالاتر به معنای درد بیشتر در نظر گرفته شد. میانگین مدت پیگیری از زمان جراحی تا زمان ارزیابی پیامدها ۸/۱۴ ماه (انحراف معیار ۲/۷، دامنه‌ی ۶ تا ۳۶ ماه) بود و حداقل مدت پیگیری ۶ ماه بود. این یافته‌ها در جدول ۱ خلاصه شده‌اند. نمونه‌ای از نمای پیگیری پس از بازسازی با فلپ پالمار شامل وضعیت نوک انگشت‌های ترمیم‌شده، پالپ انگشت و اسکار محل دهنده در شکل ۲ ارائه شده است.

در بررسی تحلیلی، تفاوت معناداری بین مردان و زنان و امتیاز ظاهر و درد نیز بین دو جنس اختلاف معناداری نشان نداد مشاهده نشد؛ مقادیر P به ترتیب ۰/۳۱۷ و ۰/۳۹۵ بود. از نظر عملکرد نیز تفاوت معناداری بین دو گروه مشاهده نشد و مقدار P برابر ۰/۱۸۷ گزارش شد. بنابراین، در نمونه‌ی حاضر جنسیت با تغییرات معنادار در هیچ‌یک از سه پیامد اصلی مطالعه همراه نبود.

در ادامه، پیامدها برحسب سمت آسیب با آزمون تی مستقل مقایسه شد. نتایج نشان داد که امتیاز ظاهر بین آسیب دست راست و چپ اختلاف معناداری ندارد (تصویر ۲) و مقدار $P = ۰/۳۵۴$ است. همچنین، در مورد امتیاز درد، تفاوت معناداری گزارش نشد و مقدار $P = ۰/۷۲۳$ به دست آمد. در نهایت، امتیاز عملکرد نیز بین دو سمت آسیب اختلاف معناداری نشان نداد و مقدار $P = ۰/۸۶۱$ بود. این یافته‌ها بیانگر آن است که سمت درگیری دست، در چهارچوب داده‌های این مطالعه، اثر معناداری بر پیامدهای گزارش شده توسط بیمار نداشته است. برای تحلیل ارتباط تعداد انگشت‌های درگیر با پیامدهای پس از عمل از تحلیل واریانس یک‌طرفه استفاده شد.

در این تحلیل، امتیاز درد برحسب تعداد انگشت‌های درگیر تفاوت معنادار نشان داد و $P = ۰/۰۳۱$ بود. به‌طور مشخص، بیمارانی که آسیب سه انگشت داشتند درد بالاتری گزارش کردند. در مقابل، امتیاز ظاهر و امتیاز عملکرد در مقایسه‌ی بین گروه‌های یک انگشت، دو انگشت و سه انگشت تفاوت معناداری نشان نداد و در هر دو پیامد مقدار $P > ۰/۰۵$ بود. بنابراین، به نظر می‌رسد تعداد انگشت‌های درگیر، بیش از آنکه بر ظاهر یا عملکرد اثر بگذارد، با افزایش درد پس از عمل مرتبط است.

در تحلیل، به تفکیک شماره‌ی انگشت، نتایج نشان داد که درگیری انگشت پنجم با کاهش معنادار امتیاز عملکرد همراه بوده است: $P = ۰/۰۰۷$. گزارش شد. همچنین، در بررسی درد پس از جراحی در انگشت اول، مقدار $P = ۰/۰۹۲$ به دست آمد که در محدوده‌ی مرزی قرار می‌گیرد و می‌تواند بیانگر وجود روندی احتمالی باشد، هرچند در سطح معنی‌داری

اخلاق پژوهش مندرج در اعلامیه هلسینکی اجرا شد.^(۳۱) اطلاعات بیماران محرمانه تلقی شد و به صورت کدگذاری شده تحلیل شد.



شکل ۲: نمای پیگیری پس از بازسازی نوک انگشت با فلپ پالمار. الف) نمای کلی نوک انگشت‌های ترمیم‌شده و ناخن‌ها؛ ب) نمای پالپ و شکل نوک انگشت در پیگیری؛ ج) اسکار محل دهنده‌ی فلپ در کف دست

تحلیل داده‌ها در نرم‌افزار بسته‌ی آماری علوم اجتماعی (Statistical Package for the Social Sciences; SPSS) نسخه‌ی ۲۶ وارد و تحلیل شد. متغیرهای کمی به صورت میانگین و انحراف معیار و متغیرهای کیفی به صورت فراوانی و درصد گزارش شدند. برای مقایسه‌ی میانگین پیامدها بین دو گروه از آزمون تی مستقل استفاده شد و برای مقایسه‌ی بین بیش از دو گروه از تحلیل واریانس یک‌طرفه بهره گرفته شد. در صورت عدم انطباق با فروض نرمال بودن، از آزمون‌های ناپارامتریک متناظر استفاده می‌شود. همچنین، برای بررسی ارتباط فاصله‌ی زمانی ایجاد آسیب تا عمل با پیامدها از روش‌های هم‌بستگی مناسب براساس توزیع داده‌ها استفاده شد. سطح معنی‌داری آماری کمتر از ۰/۵۰ در نظر گرفته شد. در صورت وجود داده‌های مفقود در برخی متغیرها، تعداد موارد معتبر در هر تحلیل گزارش می‌شود و تحلیل‌ها براساس داده‌های در دسترس انجام خواهد شد.

نتایج

در بازه‌ی ۸ ساله، ۶۳ پرونده شناسایی شد. پس از حذف موارد تکراری/ نامرتب (۲ مورد)، کنار گذاشتن پرونده‌های فاقد معیارهای ورود یا با روش غیرپالمار (۴ مورد) و حذف پرونده‌های دارای اطلاعات کلیدی ناقص (۴ مورد)، ۵۳ بیمار واجد شرایط باقی ماند. از این تعداد $n = ۱$ نفر انصراف داد و $n = ۲$ نفر قابل دسترسی نبودند و در نهایت ۵۰ بیمار وارد تحلیل شدند. میانگین سن بیماران ۱۴-۳۰ سال با انحراف معیار (Standard deviation; SD) برابر ۵/۵۸ بود و دامنه‌ی سنی ۲۰ تا ۴۰ سال گزارش شد. ۴۴ بیمار (۸۸ درصد) مرد و ۶ بیمار (۱۲ درصد) زن بودند. ۳۰ بیمار (۶۰ درصد) دست راست و ۲۰ بیمار (۴۰ درصد) دست چپ بودند.

مبتنی بر ناحیه‌ی میدپالمار به عنوان گزینه‌ی عملی برای برخی الگوهای نقص، به‌ویژه در انگشتان بلند، معرفی شده‌اند.^(۱۰) همچنین، در مطالعات جدیدتر درباره‌ی فلپ‌های مبتنی بر شاخه‌ی سطحی پالمار شریان رادیال، کارایی بالینی و قابلیت پوشش بافت نرم در ناحیه‌ی دیستال انگشت گزارش شده است که نشان می‌دهد استفاده از بافت پالمار همچنان در بازسازی‌های دیستال انگشت یک حوزه فعال و در حال تکامل است.^(۱۲)

متعارف کمتر از ۰/۰۵ قرار نمی‌گیرد. برای سایر انگشت‌ها، اثر معناداری گزارش نشد.

اثر زمان تا جراحی در دو سطح بررسی شد. ابتدا بیماران براساس تأخیر تا جراحی به دو گروه کمتر از ۲۴ ساعت و بیش از ۲۴ ساعت تقسیم شدند و آزمون تی مستقل اجرا شد. نتایج نشان داد که تأخیر بیش از ۲۴ ساعت با افزایش معنادار میزان درد پس از عمل در زمان پیگیری نهایی همراه بوده است و مقدار $P = ۰/۰۱۷$ گزارش شد. درمقابل، برای امتیاز ظاهر و امتیاز عملکرد، تفاوت معناداری بین دو گروه مشاهده نشد و مقدار P در هر دو مورد بزرگ‌تر از ۰/۰۵ بود. تمام پیامدها در آخرین پیگیری ثبت‌شده پس از تکمیل بازسازی ثبت شدند.

در مرحله‌ی بعد، برای بررسی ارتباط پیوسته بین تعداد ساعت تأخیر و پیامدها، از هم‌بستگی رتبه‌ای اسپیرمن استفاده شد. در این آزمون، برای ظاهر و درد ارتباط معناداری مشاهده نشد و مقدار P بزرگ‌تر از ۰/۰۵ گزارش گردید. با این حال، برای عملکرد، مقدار $P = ۰/۰۹۴$ به دست آمد که بیانگر روندی مرزی به‌سمت کاهش عملکرد با افزایش تأخیر در جراحی است. این یافته، اگرچه به سطح معنی‌داری آماری نرسید، می‌تواند از نظر بالینی اهمیت داشته باشد و نیازمند بررسی در نمونه‌های بزرگ‌تر و با کنترل عوامل مخدوشگر است. در مجموع، نتایج آزمون‌های آماری در جدول ۲ خلاصه شده‌اند.

بحث

یافته‌های این مطالعه نشان داد که بازسازی آمپوتاسیون نوک انگشت با فلپ پالمار در جمعیتی با غلبه مکانیسم آسیب صنعتی، به‌طور کلی با امتیازهای نسبتاً مطلوب عملکرد و ظاهر همراه بوده است. درعین‌حال، سه الگوی بالینی مشخص به‌عنوان عوامل مرتبط با پیامد مشاهده شد: افزایش درد در آسیب‌های چندانگشتی، کاهش عملکرد در درگیری انگشت پنجم و ارتباط تأخیر بیش از ۲۴ ساعت تا جراحی با افزایش درد پس از عمل. این نتایج در چهارچوب اهداف اصلی درمان آسیب‌های نوک انگشت یعنی ایجاد انگشت بدون درد، حفظ طول و فراهم کردن حس محافظتی و پوشش بادوام قابل تفسیر است.^(۳، ۴، ۲۱)

از منظر اپیدمیولوژی، غالب بودن بیماران مرد و زمینه‌ی شغلی، با الگوهای گزارش‌شده در آسیب‌های تروماتیک دست و قطع انگشتان همخوان است.^(۲) در این مطالعه نیز تمام موارد با مکانیسم صنعتی ثبت شده بود که از نظر برنامه‌ریزی خدمات اورژانس دست، ضرورت وجود مسیرهای سریع ارزیابی، تصمیم‌گیری و بازتوانی را برجسته می‌کند، زیرا این گروه معمولاً به بازگشت سریع‌تر به کار و پوشش مقاوم‌تر نوک انگشت نیاز دارند.^(۳)

فلپ‌های پالمار با استفاده از پوست بدون مو کف دست، از نظر تحمل تماس، مقاومت در برابر نیروهای برشی و هم‌خوانی نسبی با پالپ، از نظر تئوریک قابلیت ایجاد نوک انگشت کارآمد و نسبتاً پایدار را فراهم می‌کنند.^(۴، ۱۱) در سری‌های موردی و گزارش‌های تکنیکی، رویکردهای

جدول ۲: خلاصه‌ی آزمون‌های آماری و نتایج اصلی

مقایسه یا متغیر توضیحی	پیامد	آزمون آماری	مقدار P	جمع‌بندی
جنس (مرد در برابر زن)	ظاهر	آزمون تی مستقل	۰/۳۱۷	تفاوت معنادار نبود
	درد	آزمون تی مستقل	۰/۳۹۵	تفاوت معنادار نبود
	عملکرد	آزمون تی مستقل	۰/۱۸۷	تفاوت معنادار نبود
سمت آسیب (راست در برابر چپ)	ظاهر	آزمون تی مستقل	۰/۳۵۴	تفاوت معنادار نبود
	درد	آزمون تی مستقل	۰/۷۲۳	تفاوت معنادار نبود
	عملکرد	آزمون تی مستقل	۰/۸۶۱	تفاوت معنادار نبود
تعداد انگشت‌های درگیر (۱، ۲، ۳)	درد	تحلیل واریانس یک‌طرفه	۰/۰۳۱	گروه سه انگشت، امتیاز درد بالاتر داشت
	ظاهر	تحلیل واریانس یک‌طرفه	بیش از ۰/۰۵	تفاوت معنادار نبود
	عملکرد	تحلیل واریانس یک‌طرفه	بیش از ۰/۰۵	تفاوت معنادار نبود
شماره انگشت	عملکرد ۵ انگشت	آزمون تی	۰/۰۰۷	عملکرد پایین‌تر
	انگشت ۱	آزمون تی	۰/۰۹۲	ارتباط مرزی
تأخیر تا جراحی کمتر از ۲۴ در برابر بیش از ۲۴ ساعت	درد	آزمون تی مستقل	۰/۰۱۷	تأخیر بیش از ۲۴ ساعت با درد بیشتر همراه بود
	ظاهر و عملکرد	آزمون تی مستقل	بیش از ۰/۰۵	ارتباط معنادار نبود
تأخیر تا جراحی برحسب ساعت	ظاهر و درد	هم‌بستگی اسپیرمن	بیش از ۰/۰۵	ارتباط معنادار نبود
	عملکرد	هم‌بستگی اسپیرمن	۰/۰۹۴	روند مرزی به سمت عملکرد ضعیف‌تر با تأخیر بیشتر

در تحلیل مطالعه‌ی حاضر، درد در بیماران با آسیب سه انگشت به‌طور معنی‌دار بیشتر بود. از دیدگاه بالینی، آسیب چندانگشتی اغلب با انرژی

اختلاف‌های واقعی را کاهش دهد. همچنین، در آسیب‌های صنعتی، نوع مواجهه، شدت تروما و برنامه‌ی بازتوانی ممکن است تعیین‌کننده‌تر از متغیرهایی مانند جنس یا سمت باشد.^(۳۰)

برخلاف درد و عملکرد، متغیرهای بررسی‌شده توضیح‌دهنده‌ی مشخصی برای تغییرات ظاهر به دست ندادند. این موضوع احتمالاً به ماهیت چندعاملی زیبایی نوک انگشت برمی‌گردد. کیفیت ناخن و بستر ناخن، زاویه‌ی قطع، دفورمیتی صفحه ناخن و نیز کیفیت اسکار از عوامل مهم هستند که اگر به صورت ساختاریافته ثبت نشوند، امکان تحلیل دقیق کاهش می‌یابد.^(۲۶) علاوه بر این، در مطالعات مقایسه‌ای فلپ‌ها، تفاوت‌هایی در میزان بدشکلی ناخن و کنتراکچر گزارش شده است که نشان می‌دهد ظاهر می‌تواند بیش از آنکه تنها به جنس یا سمت وابسته باشد، به نوع نقص و تکنیک وابسته باشد.^(۱۷) همچنین، گزارش‌های طولانی‌مدت روی فلپ‌های نورووسکولار، وجود شکایت‌هایی مانند عدم تحمل سرما و دفورمیتی ناخن را تا حدی وابسته به نوع آسیب اولیه دانسته‌اند که مؤید اهمیت ثبت دقیق ویژگی‌های زخم و بستر ناخن است.^(۲۷)

نتیجه‌گیری

در سال‌های اخیر، درمان محافظه‌کارانه با پانسمان‌های نیمه‌انسدادی به‌عنوان گزینه‌ای در موارد منتخب مطرح شده و در برخی مطالعات و مرورهای جدید، پیامدهای رضایت‌بخش، کاهش موربیدیته محل دهنده و بازسازی قابل‌قبول گزارش شده است.^(۸،۱۷) با وجود این، در جمعیت‌های شغلی با نیاز به پوشش مقاوم، یا در مواردی که نمایان شدن استخوان یا نیاز به پوشش فوری مطرح است، فلپ‌های موضعی همچنان نقش کلیدی دارند.^(۶، ۴) همچنین، داده‌های مربوط به فلپ‌های نورووسکولار هومودیجیتال و تکنیک‌های مبتنی بر شاخه‌های دیجیتالی نشان داده‌اند که امکان دستیابی به پوشش پایدار همراه با حس قابل‌قبول وجود دارد، هرچند هزینه‌ی آن می‌تواند پیچیدگی بیشتر و نیاز به مهارت بالاتر باشد.^(۲۸)

از نقاط قوت مطالعه می‌توان به استفاده از داده‌های واقعی بیماران و بررسی هم‌زمان چند عامل بالینی در یک جمعیت با مکانیسم آسیب یکنواخت اشاره کرد. درمقابل، محدودیت‌های مهمی نیز وجود دارد. نخست، مطالعه‌ی تک‌مرکزی و با حجم نمونه نسبتاً محدود است و برای برخی تحلیل‌های زیرگروهی، احتمال خطای نوع دوم مطرح می‌شود. دوم، سنجش پیامدها براساس یک ابزار پژوهشگرساخته و مقیاس عددی انجام شده و از ابزارهای استاندارد و معتبر بین‌المللی مانند FIOS استفاده نشده است.^(۲۴) سوم، ظاهر توسط یک ارزیاب ثابت امتیازدهی شده که با وجود کاهش تغییرپذیری بین‌ارزیاب، همچنان می‌تواند با سوگیری مشاهده‌گر همراه باشد. چهارم، سنجش‌های عینی مانند آزمون تمایز دونقطه‌ای و بررسی حس محافظتی یا معیارهای حرکتی ثبت نشده است، درحالی‌که

بالتر، وسعت بیشتر آسیب بافت نرم و بار روانی بیشتر همراه است و می‌تواند روند بازتوانی را پیچیده‌تر کند. این نکته با شواهد مربوط به الگوهای قطع انگشت نیز همسو است؛ به‌عنوان مثال، در یک مطالعه‌ی بزرگ با محوریت پیامدهای گزارش‌شده توسط بیمار، الگوهای آسیب با درگیری سه انگشت یا بیشتر از نظر پیامدهای بیمارمحور اهمیت ویژه‌ای داشته‌اند.^(۲۳) بنابراین، یافته‌ی حاضر از نظر عملی می‌تواند به معنای نیاز به پایش دقیق‌تر درد، آموزش و تنظیم انتظارات بیمار و طراحی برنامه‌ی بازتوانی و کنترل درد متناسب با شدت آسیب باشد.^(۶،۴)

کاهش معنی‌دار امتیاز عملکرد در درگیری انگشت پنجم در مطالعه‌ی حاضر مشاهده شد. این یافته می‌تواند چند تبیین داشته باشد. از منظر عملکردی، انگشت پنجم در گرفتن قدرتی و هماهنگی اولنار دست نقش قابل‌توجهی دارد و هرگونه درد پایدار، کوتاهی، حساسیت یا محدودیت حرکت می‌تواند در فعالیت‌های روزمره و کارهای دستی محسوس‌تر شود. از سوی دیگر، تعداد موارد انگشت پنجم در این مطالعه محدود بوده و احتمال اثرپذیری از ویژگی‌های الگوی آسیب، میزان از دست رفتن پالپ یا آسیب هم‌زمان بستر ناخن وجود دارد. در گزارش‌های مقایسه‌ای فلپ‌ها نیز تفاوت‌هایی در پیامدهای عملکردی، میزان کنتراکچر و بدشکلی‌های ناخن مطرح شده است که نشان می‌دهد نتیجه‌ی نهایی می‌تواند به تکنیک، الگوی نقص و بازتوانی وابسته باشد.^(۱۶، ۱۷) در مطالعات آینده، استفاده از ابزارهای استانداردتر برای سنجش پیامد، مانند امتیاز پیامد آسیب نوک انگشت (Fingertip injuries outcome score; FIOS) می‌تواند به تفکیک دقیق‌تر نقش انگشت درگیر و شدت آسیب کمک کند.^(۲۴)

یافته‌ی کلیدی دیگر این بود که تأخیر بیش از ۲۴ ساعت تا جراحی با افزایش معنی‌دار درد پس از عمل همراه بوده است. از منظر فیزیولوژیک، تأخیر در پاک‌سازی زخم، دبریدمان و ایجاد پوشش پایدار می‌تواند با افزایش التهاب، ادم، تحریک پایانه‌های عصبی و در برخی موارد عفونت یا حساسیت اسکار همراه شود و در نهایت تجربه‌ی درد را تشدید کند.^(۶،۴) بااین‌حال، باید توجه داشت که ارتباط زمان تا جراحی با پیامدها در مطالعات مختلف یکسان نیست؛ برای نمونه، در یک مطالعه‌ی اخیر درباره‌ی آسیب تروماتیک انگشت که به آمپوتاسیون منتهی شده بود، افزایش زمان تا جراحی با افزایش خطر عارضه یا نیاز به مداخله‌ی مجدد ارتباط معنی‌داری نشان نداد.^(۲۵) اختلاف نتایج می‌تواند ناشی از تفاوت در نوع آسیب، تعریف پیامد، پروتکل درمان و نیز زمان و روش ارزیابی درد باشد. در مطالعه‌ی حاضر، علاوه بر آزمون دوگروهی، در هم‌بستگی رتبه‌ای اسپیرمن نیز روندی نزدیک به آستانه‌ی معنی‌داری به‌سمت کاهش عملکرد با افزایش تأخیر گزارش شد که می‌تواند فرضیه‌ی اثر زمان بر بازتوانی را تقویت کند، هرچند برای نتیجه‌گیری قطعی به نمونه‌ی بزرگ‌تر نیاز است.

در این مطالعه، تفاوت معنی‌داری در امتیازهای ظاهر، درد و عملکرد بین زنان و مردان و نیز بین سمت راست و چپ مشاهده نشد. از نظر روش‌شناسی، تعداد کم بیماران زن می‌تواند توان آماری برای کشف

- PMID: 25257490.
6. Lee DH, Mignemi ME, Crosby SN. Fingertip injuries: an update on management. *J Am Acad Orthop Surg*. 2013 Dec;21(12):756-66. doi: [10.5435/JAAOS-21-12-756](https://doi.org/10.5435/JAAOS-21-12-756). PMID: 24292932.
 7. Pastor T, Hermann P, Haug L, Gueorguiev B, Pastor T, Vögelin E. Semi-occlusive dressing therapy versus surgical treatment in fingertip amputation injuries: a clinical study. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2023 Jun;49(3):1441-1447. doi: [10.1007/s00068-022-02193-6](https://doi.org/10.1007/s00068-022-02193-6). Epub 2022 Dec 10. PMID: 36495343; PMCID: [PMC10229690](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC10229690/).
 8. Esmaeil A, Al-Naseem AO, Lari A, Prada C. Semi-occlusive dressings for the management of fingertip amputations: A systematic review. *J Hand Microsurg*. 2025 Mar 1;17(3):100241. doi: [10.1016/j.jham.2025.100241](https://doi.org/10.1016/j.jham.2025.100241). PMID: 40182737; PMCID: [PMC11964534](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC11964534/).
 9. Rabarin F, Saint Cast Y, Jeudy J, Fouque PA, Cesari B, Bigorre N, Petit A, Raimbeau G. Cross-finger flap for reconstruction of fingertip amputations: Long-term results. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2016 Jun;102(4 Suppl):S225-8. doi: [10.1016/j.otsr.2016.03.006](https://doi.org/10.1016/j.otsr.2016.03.006). Epub 2016 Mar 28. PMID: 27033841.
 10. Garg R, Shah S, Uppal S, Mittal RK, Thakur B, Rafique S. Modified mid palmar flap for middle finger tip injuries: A review of 12 cases. *Journal of Orthopedics, Traumatology and Rehabilitation*. 2019;11(1):27-30. DOI: [10.4103/jotr.jotr_9_19](https://doi.org/10.4103/jotr.jotr_9_19)
 11. Orbay JL, Rosen JG, Khouri RK, Indriago I. The glabrous palmar flap: the new free or reversed pedicled palmar fasciocutaneous flap for volar hand reconstruction. *Tech Hand Up Extrem Surg*. 2009 Sep;13(3):145-50. doi: [10.1097/BTH.0b013e3181ac9183](https://doi.org/10.1097/BTH.0b013e3181ac9183). PMID: 19730044.
 12. FUSCO EM. Fingertip reconstruction with palmar skin flaps. *Am J Surg*. 1954 Apr;87(4):608-11. doi: [10.1016/0002-9610\(54\)90423-7](https://doi.org/10.1016/0002-9610(54)90423-7). PMID: 13138803.
 13. Gatewood G. A plastic repair of finger defects without hospitalization. *JAMA*. 1926;87(18):1479. Doi: [10.1001/jama.1926.92680180002013a](https://doi.org/10.1001/jama.1926.92680180002013a)
 14. Barbato BD, Guelmi K, Romano SJ, Mitz V, Lemerle JP. Thenar flap rehabilitated: a review of 20 cases. *Ann Plast Surg*. 1996 Aug;37(2):135-9. doi: [10.1097/0000637-199608000-00003](https://doi.org/10.1097/0000637-199608000-00003). PMID: 8863971.
 15. Melone CP Jr, Beasley RW, Carstens JH Jr. The thenar flap--An analysis of its use in 150 cases. *J Hand Surg Am*. 1982 May;7(3):291-7. doi: [10.1016/s0363-5023\(82\)80182-2](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(82)80182-2). PMID: 7086099.
 16. Huded V, Gautam G. Thenar Flap: A Workhorse Flap for Fingertip Injuries. *Cureus*. 2025 Aug 23;17(8):e90785. doi: [10.7759/cureus.90785](https://doi.org/10.7759/cureus.90785). PMID: 40988782; PMCID: [PMC12451407](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC12451407/).
 17. Kuwahara Y, Hara T, Kurahashi T, Kitami T, Tatebe M. Comparing clinical and aesthetic outcomes of cross-finger and homodigital reverse digital artery island flap for fingertip injuries: A single-center retrospective cohort study. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2024 Aug;95:411-418. doi: [10.1016/j.bjps.2024.03.019](https://doi.org/10.1016/j.bjps.2024.03.019).

در تکنیک‌های نورووسکولار، بازیابی حس یکی از مزیت‌های کلیدی گزارش شده است.^(۲۹،۳۸) درنهایت، زمان دقیق ارزیابی پس از عمل و طول دوره پیگیری اگر به صورت دقیق و یکنواخت ثبت نشود، تفسیر درد و عملکرد را دشوارتر می‌کند.

بر پایه یافته‌های این مطالعه، در بیماران با آسیب چندانگشتی باید از ابتدا انتظار درد بیشتر و مسیر بازتوانی دشوارتر را در نظر گرفت و برنامه‌ی کنترل درد و توان‌بخشی به صورت فعال تنظیم شود. در بیماران با درگیری انگشت پنجم، توجه ویژه به آموزش عملکردی، بازتوانی هدفمند و پایش بازگشت به کار توصیه می‌شود. همچنین، نتایج این مطالعه از دید کاربردی از طراحی مسیرهای ارجاع و برنامه‌ریزی جراحی برای کاهش تأخیر، به‌ویژه در ۲۴ ساعت نخست، حمایت می‌کند. در مطالعات آینده، پیشنهاد می‌شود طراحی چندمرکزی با نمونه بزرگ‌تر، ثبت دقیق الگوی آسیب براساس طبقه‌بندی‌های استاندارد، اندازه‌گیری متغیرهای عینی حس و حرکت و نیز استفاده از ابزارهای استاندارد پیامد مانند FIOS انجام شود تا اثر مستقل متغیرها با دقت بالاتر برآورد شود.

تقدیر و تشکر

نویسندگان از همکاری کارکنان بیمارستان سیدالشهدا یزد و بیمارانی که در پیگیری این مطالعه مشارکت داشتند قدردانی می‌کنند.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ‌گونه تعارض منافی در ارتباط با این مطالعه وجود ندارد.

منابع

1. Conn JM, Annest JL, Ryan GW, Budnitz DS. Non-work-related finger amputations in the United States, 2001-2002. *Ann Emerg Med*. 2005 Jun;45(6):630-5. doi: [10.1016/j.annemergmed.2004.10.012](https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2004.10.012). PMID: 15940097.
2. Daniel B.C. Reid, Kalpit N. Shah, Adam E.M. Eltorai, Christopher C. Got, Alan H. Daniels. Epidemiology of Finger Amputations in the United States From 1997 to 2016, *Journal of Hand Surgery Global Online*. 2019;1(2):45-51. DOI [10.1016/j.jhsg.2019.02.001](https://doi.org/10.1016/j.jhsg.2019.02.001).
3. Sorock GS, Lombardi DA, Hauser RB, Eisen EA, Herrick RF, Mittleman MA. Acute traumatic occupational hand injuries: type, location, and severity. *J Occup Environ Med*. 2002 Apr;44(4):345-51. doi: [10.1097/00043764-200204000-00015](https://doi.org/10.1097/00043764-200204000-00015). PMID: 11977421.
4. Tang JB, Elliot D, Adani R, Saint-Cyr M, Stang F. Repair and reconstruction of thumb and finger tip injuries: a global view. *Clin Plast Surg*. 2014 Jul;41(3):325-59. doi: [10.1016/j.cps.2014.04.004](https://doi.org/10.1016/j.cps.2014.04.004). PMID: 24996458.
5. Peterson SL, Peterson EL, Wheatley MJ. Management of fingertip amputations. *J Hand Surg Am*. 2014 Oct;39(10):2093-101. doi: [10.1016/j.jhsa.2014.04.025](https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2014.04.025).

24. Jerome JTJ, Malshikare VA. Fingertip Injuries Outcome Score. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2022 Jun 16;10(6):e4386. doi: [10.1097/GOX.0000000000004386](https://doi.org/10.1097/GOX.0000000000004386). PMID: 35733925; PMCID: [PMC9203073](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC9203073/).
25. Ash M, Wang J, Menon A, Brown C, Ghareeb P. Time to Amputation After Traumatic Digital Injury Does Not Affect Complication Rates: A Retrospective Multi-Institutional Analysis. *Hand (N Y)*. 2026 Feb;21(2):218-222. doi: [10.1177/15589447241302360](https://doi.org/10.1177/15589447241302360). Epub 2024 Dec 17. PMID: 39690829; PMCID: [PMC11653370](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC11653370/).
26. Tos P, Crosio A, Adani R. Fingertip injuries and their reconstruction, focusing on nails. *Hand Surg Rehabil*. 2024 Apr;43S:101675. doi: [10.1016/j.hansur.2024.101675](https://doi.org/10.1016/j.hansur.2024.101675). Epub 2024 Mar 1. PMID: 38432516.
27. Foucher G, Delaere O, Citron N, Molderez A. Long-term outcome of neurovascular palmar advancement flaps for distal thumb injuries. *Br J Plast Surg*. 1999 Jan;52(1):64-8. doi: [10.1054/bjps.1997.3005](https://doi.org/10.1054/bjps.1997.3005). PMID: 10343593.
28. Kim KS, Yoo SI, Kim DY, Lee SY, Cho BH. Fingertip reconstruction using a volar flap based on the transverse palmar branch of the digital artery. *Ann Plast Surg*. 2001 Sep;47(3):263-8. doi: [10.1097/00000637-200109000-00008](https://doi.org/10.1097/00000637-200109000-00008). PMID: 11562030.
29. O'Brien B. Neurovascular island pedicle flaps for terminal amputations and digital scars. *Br J Plast Surg*. 1968 Jul;21(3):258-61. doi: [10.1016/s0007-1226\(68\)80033-5](https://doi.org/10.1016/s0007-1226(68)80033-5). PMID: 4877607.
- Epub 2024 Apr 22. PMID: 38734540.
18. Cuschieri S. The STROBE guidelines. *Saudi J Anaesth*. 2019 Apr;13(Suppl 1):S31-S34. doi: [10.4103/sja.SJA_543_18](https://doi.org/10.4103/sja.SJA_543_18). PMID: 30930717; PMCID: [PMC6398292](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC6398292/).
19. von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP; STROBE Initiative. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *J Clin Epidemiol*. 2008 Apr;61(4):344-9. doi: [10.1016/j.jclinepi.2007.11.008](https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2007.11.008). PMID: 18313558.
20. Fassler PR. Fingertip Injuries: Evaluation and Treatment. *J Am Acad Orthop Surg*. 1996 Jan;4(1):84-92. doi: [10.5435/00124635-199603000-00003](https://doi.org/10.5435/00124635-199603000-00003). PMID: 10795040.
21. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA*. 2013 Nov 27;310(20):2191-4. doi: [10.1001/jama.2013.281053](https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053). PMID: 24141714.
22. Zhao W, Song KX, Ma BD, Liu YT. Clinical application of the free superficial palmar branch of radial artery flap for soft-tissue reconstruction of distal digital injury. *J Orthop Surg Res*. 2024 Sep 9;19(1):553. doi: [10.1186/s13018-024-05041-y](https://doi.org/10.1186/s13018-024-05041-y). PMID: 39252052; PMCID: [PMC11382396](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC11382396/).
23. Chung KC, Yoon AP, Malay S, Shauver MJ, Wang L, Kaur S; FRANCHISE Group. Patient-Reported and Functional Outcomes After Revision Amputation and Replantation of Digit Amputations: The FRANCHISE Multicenter International Retrospective Cohort Study. *JAMA Surg*. 2019 Jul 1;154(7):637-646. doi: [10.1001/jamasurg.2019.0418](https://doi.org/10.1001/jamasurg.2019.0418). PMID: 30994871; PMCID: [PMC6583841](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC6583841/).

اپیدمیولوژی و ویژگی‌های کلینیکوپاتولوژیک ضایعات ستون مهره

(مطالعه‌ای ۱۰ ساله)

چکیده

مقدمه: ستون مهره بخش حیاتی سیستم اسکلتی-عضلانی است و ضایعات آن می‌توانند به‌طور قابل توجهی بر کیفیت زندگی بیماران تأثیر بگذارند. ضایعات خوش‌خیم ستون مهره، مانند عفونت‌ها، قابل درمان هستند اما اغلب تشخیص آن‌ها دشوار است، درحالی‌که ضایعات بدخیم، از جمله سارکوم‌ها و تومورهای متاستاتیک، پیش‌آگهی ضعیفی دارند.

مواد و روش‌ها: این مطالعه توصیفی-مقطعی بیماران مبتلا به ضایعات خوش‌خیم و بدخیم ستون مهره در فاصله ۱۰ سال در یک بیمارستان آموزشی بررسی شدند. داده‌ها با استفاده از پرسش‌نامه‌ی ساختاریافته جمع‌آوری و با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ تحلیل شدند. متغیرها شامل سن، جنس، نوع پاتولوژی، نوع ضایعه (خوش‌خیم/بدخیم)، اندازه‌ی ضایعه، منشأ آناتومیک و سال تشخیص بودند.

نتایج و بحث: ۱۱۴ بیمار با میانگین سنی $52/1 \pm 20/5$ سال (دامنه: ۱ ماه تا ۸۹ سال) شامل می‌شوند. مردان ۸۰ مورد (۷۰/۲ درصد) را تشکیل می‌دادند. از کل ضایعات، ۶۳ مورد (۵۵/۳ درصد) خوش‌خیم و ۵۱ مورد (۴۴/۷ درصد) بدخیم بودند. درگیری ناحیه‌ی کمری شایع‌ترین (۶۴ درصد) بود، سپس ناحیه‌ی پشتی (۲۰/۲ درصد)، ساکرال (۱۳/۲ درصد) و گردنی (۲/۶ درصد). از نظر پاتولوژیک، ضایعات التهابی (۴۹/۱ درصد) شایع‌ترین بودند، پس از آن سرطان‌ها (۳۸/۶ درصد)، لنفوم‌ها (۴/۴ درصد)، تومورهای خوش‌خیم (۳/۵ درصد)، سارکوم‌ها (۰/۹ درصد) و سایر موارد (۳/۵ درصد). هیچ ارتباط معنی‌داری بین نوع ضایعه و جنس، سن، محل ضایعه یا سال تشخیص مشاهده شد ($p > 0/05$).

نتیجه‌گیری: ضایعات خوش‌خیم، به‌ویژه ضایعات التهابی، شایع‌ترین پاتولوژی‌های ستون مهره بودند، اما ضایعات بدخیم نیز تقریباً نیمی از موارد را تشکیل می‌دادند. ناحیه‌ی کمری بیشترین درگیری را داشت. این یافته‌ها بر اهمیت رویکردهای تشخیصی جامع تأکید می‌کنند و نیاز به مطالعات چندمرکزی برای بهبود مدیریت ضایعات ستون مهره را پیشنهاد می‌دهند.

واژگان کلیدی: ستون مهره، ضایعات ستون مهره، کلینیکوپاتولوژی

پذیرش مقاله: ۴۰ روز قبل از چاپ

دکتر پویا قدیری، دکتر مینا حاجی‌حسینی، اسپهر سرخی‌زاده، دکتر میلاد قلی‌زاده

مقدمه

ضایعات نخاعی گروه ناهمگنی از آسیب‌شناسی‌ها را تشکیل می‌دهند که از فرایندهای عفونی یا التهابی خوش‌خیم تا تومورهای بدخیم تهاجمی را دربر می‌گیرد. با در نظر گرفتن نقش محوری ستون فقرات در تحرک و عملکرد عصبی، هرگونه درگیری پاتولوژیک ممکن است به ناتوانی شدید، کاهش کیفیت زندگی و حتی مرگ و میر منجر شود.^(۱) در سطح جهانی، تومورهای اولیه‌ی ستون فقرات در مقایسه با درگیری متاستاتیک نسبتاً نادر هستند و تنها ۵ تا ۱۰ درصد از کل متاستازهای ستون فقرات را تحت تأثیر قرار می‌دهند.^(۲،۳) ضایعات خوش‌خیم مانند سل و تب مالت در مناطق در حال توسعه همچنان شایع هستند، در حالی که تومورهای بدخیم، از جمله میلوما چندگانه، سارکوم‌ها و کارسینوم‌های متاستاتیک، نگرانی عمده‌ای در جمعیت‌های مسن هستند.^(۴) با وجود اهمیت بالینی آن‌ها، مطالعات جامع کمی در ایران برای بررسی اپیدمیولوژی و توزیع کلینیکوپاتولوژیک ضایعات نخاعی انجام شده است. مطالعه‌ی حاضر با هدف پر کردن این شکاف با تجزیه و تحلیل داده‌های ۱۰ ساله از بیمارستان‌های وابسته به دانشگاه علوم پزشکی صدوقی یزد انجام شده است.

۱. گروه جراحی ارتوپدی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران
 ۲. دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران
 ۳. گروه جراحی ارتوپدی، مرکز تحقیقات تروما، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران

نویسنده‌ی مسئول:

دکتر میلاد قلی‌زاده

Email address:
Miladghz15255@gmail.com

مواد و روش‌ها

طراحی و تنظیم مطالعه

این یک مطالعه توصیفی - مقطعی بود که بین سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۸ در بیمارستان‌های شهید صدوقی و شهید رهنمون یزد، ایران انجام شد. بیماران مبتلا به ضایعات نخاعی (خوش‌خیم یا بدخیم) با استفاده از روش نمونه‌گیری سرشماری وارد مطالعه شدند. بیمارانی که پرونده‌های ناقص یا داده‌های پاتولوژیکی از دست رفته داشتند، از مطالعه حذف شدند. داده‌ها با استفاده از یک پرسش‌نامه از پیش طراحی شده از بایگانی بیمارستان و بخش‌های پاتولوژی جمع‌آوری شدند. متغیرها شامل موارد زیر بودند: سن، جنس، تومورهای خوش‌خیم یا بدخیم، ضایعات التهابی، سرطان، لنفوم، سارکوم و غیره. اندازه‌ی تومور، منشأ آناتومیک، توزیع پرولاپس به مهره‌ها ثبت شد.

تحلیل آماری

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۲۲ تجزیه و تحلیل شدند. آمار توصیفی (میانگین، انحراف معیار، فراوانی، درصد) محاسبه شد. برای ارزیابی ارتباط بین متغیرهای دسته‌بندی از آزمون‌های کای اسکور و برای متغیرهای پیوسته از آزمون‌های تی مستقل استفاده شد. مقدار p کمتر از ۰/۰۵ از نظر آماری معنادار در نظر گرفته شد.

نتایج

اطلاعات جمعیت‌شناختی

میانگین سنی بیماران $20/5 \pm 52/1$ سال بود که دامنه‌ی آن از یک ماه تا ۸۹ سال متغیر بود. مردان ۷۰/۲ درصد (۸۰ نفر) و زنان ۲۹/۸ درصد (۳۴ نفر) را تشکیل می‌دادند. تعداد ۶۳ ضایعه (۵۵/۳ درصد) خوش‌خیم و ۵۱ ضایعه (۴۴/۷ درصد) بدخیم بودند. ستون فقرات کمری شایع‌ترین ناحیه‌ی درگیر بود (۶۴ درصد) که پس از آن مهره‌های سینه‌ای (۲۰/۲ درصد)، خاجی (۱۳/۲ درصد) و مهره‌های گردنی (۲/۶ درصد) قرار داشتند. شایع‌ترین پاتولوژی ضایعات التهابی بود (۴۹/۱ درصد) که پس از آن سرطان‌ها (۳۸/۶ درصد)، لنفوم‌ها (۴/۴ درصد)، تومورهای خوش‌خیم (۳/۵ درصد)، سارکوم‌ها (۰/۹ درصد) و سایر موارد (۳/۵ درصد) قرار داشتند.

ارتباط آماری

هیچ ارتباط معناداری بین نوع ضایعه (خوش‌خیم در مقابل بدخیم) با جنسیت، سن، محل آناتومیک یا سال تشخیص مشاهده نشد ($p < 0/05$). میانگین اندازه‌ی ضایعه بین ضایعات خوش‌خیم و بدخیم تفاوت معناداری نداشت ($p < 0/134$).

بحث

این مطالعه یکی از ارزیابی‌های نظام‌مند ضایعات نخاعی در یزد را ارائه می‌دهد. یافته‌ها نشان می‌دهد که ضایعات خوش‌خیم، که عمدتاً التهابی

هستند، شایع‌تر از ضایعات بدخیم بوده‌اند، اگرچه بدخیمی‌ها تقریباً نیمی از موارد را تشکیل می‌دهند. غلبه‌ی درگیری ستون فقرات کمری با مطالعات قبلی سازگار است و فشارهای بیومکانیکی و جریان خون بالاتر در این ناحیه را نشان می‌دهد که ممکن است آن را در معرض عفونت و متاستاز قرار دهد. غلبه‌ی مردان مشاهده شده نیز مشابه گزارش‌های موجود در منابع است، اگرچه برخی مطالعات هیچ تفاوتی را که وابسته به جنسیت باشد نشان نداده‌اند.^(۷، ۶)

ضایعات التهابی، از جمله سل و تب مالت، نزدیک به نیمی از موارد را تشکیل می‌دهند که اهمیت ادامه‌دار علل عفونی در ایران، کشوری که این بیماری‌ها در آن هنوز بومی هستند، را برجسته می‌سازد. ضایعات بدخیم، به‌ویژه سرطان‌های متاستاتیک و لنفوم‌ها، نیز بخش قابل توجهی از موارد را تشکیل می‌دهند که روندهای جهانی در انکولوژی ستون فقرات را منعکس می‌کند. جالب توجه است که هیچ هم‌بستگی معناداری بین متغیرهای جمعیت‌شناختی یا آناتومیک و نوع ضایعه یافت نشد. این امر نشان می‌دهد که ضایعات خوش‌خیم و بدخیم می‌توانند در گروه‌های سنی مختلف و سطوح نخاعی وجود داشته باشند.

یافته‌های ما با یافته‌های وینشتاین (Weinstein) و همکاران^(۸)، که در آزمایش خود نسبت‌های مشابهی از ضایعات خوش‌خیم در مقابل بدخیم را گزارش کردند، و عرفانی (Erfani) و همکاران^(۷)، که فراوانی بالای درگیری متاستاتیک در جمعیت‌های ایرانی را برجسته کردند، همسو است.

با این حال، مطالعه‌ی ما به‌طور منحصربه‌فردی بر بار ضایعات التهابی در منطقه تأکید دارد. این نتایج بر اهمیت بررسی‌های تشخیصی جامع، از جمله تصویربرداری پیشرفته و بیوپسی، برای تمایز بین ضایعات نخاعی عفونی، خوش‌خیم و بدخیم تأکید می‌کند. تشخیص زودهنگام برای جلوگیری از آسیب‌های عصبی برگشت‌ناپذیر و بهینه‌سازی نتایج درمان نیز ضروری است.

نتیجه‌گیری

ضایعات التهابی خوش‌خیم شایع‌ترین آسیب‌شناسی‌های نخاعی در این مطالعه بودند، اما ضایعات بدخیم تقریباً نیمی از موارد را تشکیل می‌دادند و ستون فقرات کمری شایع‌ترین محل درگیری بود. هیچ شاخص جمعیت‌شناختی یا آناتومیک معناداری به‌عنوان پیش‌بینی‌کننده شناسایی نشد.

این یافته‌ها بار دوگانه‌ی بیماری‌های عفونی و توموری ستون فقرات در ایران را برجسته می‌کند و بر لزوم تشخیص زودهنگام، مدیریت چندرشته‌ای و مطالعات چندمرکزی برای تعریف بهتر روندهای اپیدمیولوژیک و بهینه‌سازی استراتژی‌های درمانی تأکید می‌کند.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافی اعلام نکرده‌اند.

ed. Philadelphia: Saunders; 2003. p. 4817-4834.

6. Fan Y, Xia Y, Zhao H, Zhang J, Li S, Tian Y, Weng X, Qiu G. Complications analysis of posterior vertebral column resection in 40 patients with spinal tumors. *Exp Ther Med*. 2014 Nov;8(5):1539-1544. doi: [10.3892/etm.2014.1929](https://doi.org/10.3892/etm.2014.1929). Epub 2014 Aug 22. PMID: 25289056; PMCID: PMC4186366.
 7. Erfani M, Nouraei H, Namazi H. Evaluation of Histopathology of Vertebral Tumors in 20 Years in Medical Centers of Shiraz University; Comparison with Other Reports: <https://sid.ir/paper/549489/en>
 8. Weinstein JN, McLain RF. Primary tumors of the spine. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1987 Nov;12(9):843-51. doi: [10.1097/00007632-198711000-00004](https://doi.org/10.1097/00007632-198711000-00004). PMID: 3441830.
1. Hans B. Spinal cord tumors. In: Rosai J, editor. *Rosai and Ackerman's Surgical Pathology*. 9th ed. St. Louis: Mosby; 2004.
 2. Harrop JS, Sharan AD. Spinal cord tumors: management of intradural intramedullary neoplasms [Internet]. *eMedicine*; 2007 Jan [cited 2007 Jan]. Available from: <http://www.emedicine.com/med/topic2905.html>
 3. Huff JS. Neoplasms, spinal cord [Internet]. *eMedicine*; 2004 Jun. Available from: <http://www.emedicine.com/emerg/topic337.html>
 4. Bach F, Larsen BH, Rohde K. Metastatic spinal cord compression. *Acta Neurochir*. 1999;107(1-2):37-43.
 5. Winn HR, editor. *Youmans Neurological Surgery*. 5th

منابع

انواع شکستگی‌های لگن همراه با مشکل سیستم ادراری

چکیده

مقدمه: شکستگی‌های لگن اگرچه درصد کمی از آسیب‌های اسکلتی-عضلانی را تشکیل می‌دهند، اما به دلیل مجاورت با ساختارهای حیاتی مانند مثانه و حالب، از اهمیت بالایی برخوردارند. این شکستگی‌ها ممکن است با مرگومیر تا ۲۰ درصد همراه باشند. موقعیت مثانه و حالب در حفره لگنی، آن‌ها را در برابر تروماهای شدید آسیب‌پذیر می‌سازد. طبق آمار، حدود ۶ تا ۱۵ درصد شکستگی‌های لگن با آسیب‌های اورولوژیک همراه هستند. هدف این مطالعه بررسی ارتباط بین نوع شکستگی لگن (lateral compression, anterior-posterior compression, vertical shear) و نوع علائم آسیب مجاری ادراری تحتانی بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه، پرونده بیماران مبتلا به شکستگی لگن که طی ۵ سال به مرکز درمانی مراجعه کرده بودند، از نظر شکل ادراری بررسی شد. بیماران با سابقه شکستگی قبلی لگن یا جراحی اورولوژیک از مطالعه خارج شدند. داده‌ها با نرم‌افزار SPSS25 تحلیل شدند.

نتایج و بحث: نتایج در مجموع ۱۳۴ بیمار بررسی شدند که ۶۴/۲ درصد مرد بودند. میانگین سنی بیماران $40/7 \pm 21/5$ سال بود. شایع‌ترین نوع شکستگی کامپرشن لترال (۸/۸۲ درصد) بود. ارتباط آماری معنی‌داری بین نوع شکستگی و علائم ادراری مشاهده شد ($P = 0/047$). هم‌چونری واضح بیشتر در شکستگی‌های قدامی-خلفی و هم‌چونری میکروسکوپی در شکستگی‌های شیرینگ عمودی دیده شد. بیشترین موارد بدون علائم ادراری در گروه کامپرشن لترال بودند.

نتیجه‌گیری: نوع شکستگی لگن با نوع و شدت علائم مجاری ادراری تحتانی ارتباط دارد. توجه به این ارتباط می‌تواند در تشخیص سریع‌تر و مدیریت بهتر آسیب‌های اورولوژیک در بیماران ترومایی مؤثر باشد.

واژگان کلیدی: استخوان‌های لگن، شکستگی‌های استخوان، مجاری ادراری، هم‌چونری، شیوع

پذیرش مقاله: ۳۲ روز قبل از چاپ

دکتر مهدی عابدین‌زاده،^۱ دکتر سعیدحسین سعید بنادکی،^۲ دکتر میلاد قلی‌زاده،^۳ دکتر معین بیغمیان،^۴ محمدتقی مروج،^۳ سیدمصطفی اخلاقی،^۵ سارا جام‌برسنگ

مقدمه

شکستگی حلقه لگن معمولاً در نتیجه تروماهای پرانرژی مانند تصادفات وسایل نقلیه یا سقوط از ارتفاع رخ می‌دهد و با وجود آنکه تنها حدود ۲-۳ درصد از تمام شکستگی‌های اسکلتی را تشکیل می‌دهد، پیامدهای کلینیکی آن بسیار جدی است و مرگومیر مرتبط با این آسیب در برخی مراکز تا حدود ۱۵ درصد گزارش شده است.^(۱)

آناتومی پیچیده حلقه لگن و مجاورت آن با عروق بزرگ و ارگان‌های احشایی، به‌ویژه دستگاه ادراری - تناسلی، موجب می‌شود که شکستگی‌های لگن اغلب با ضایعات اورولوژیک همراه باشند. متاآنالیزهای اخیر نشان می‌دهند که شیوع کلی اختلالات مجاری ادراری در بیماران با شکستگی لگن تقریباً ۶/۹ درصد است، هرچند مثانه به‌دلیل قرارگیری در بخش قدامی لگن و اتصال آن به سمفیز پوبیس، به‌ویژه در این نوع شکستگی‌ها در معرض آسیب قرار دارد. به‌طور معمول، پارگی‌های داخل‌صفاقی زمانی رخ می‌دهند که ضربه‌ی مستقیم به مثانه‌ی پر وارد شود، درحالی‌که پارگی‌های خارج‌صفاقی بیشتر با آسیب‌های ساختاری حلقه‌ی لگنی به‌ویژه شکستگی‌های سمفیز پوبیس ارتباط دارند. در مطالعات متعدد نیز ارتباط قوی میان دیاستاز سمفیز پوبیس یا جابه‌جایی شکستگی‌های قدامی لگن با بروز پارگی مثانه و آسیب پیشابراه گزارش شده است.^(۲)

تشخیص زودهنگام این آسیب‌ها (با مدالیته‌هایی مانند سیستوگرافی و یورتروگرافی رتروگرید در حضور علائم هشدار: هم‌چونری، خون در نوک آلت، هماتوم پرینه یا دیسوری) و انتخاب مناسب بین کاتتریزاسیون، سیستوستومی یا ترمیم جراحی برای کاهش عوارض بلندمدت از جمله تنگی مجرا و عفونت حیاتی است.^(۳)

۱. گروه اورولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی، یزد، ایران
۲. مرکز تحقیقات ترومای یزد، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران
۳. گروه جراحی ارتوپدی، مرکز تحقیقات تروما، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران
۴. دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۵. دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران
۶. گروه آمار و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران

نویسنده مسئول:

دکتر سعیدحسین سعیدبنادکی

Email Address:
h.saeed.b@gmail.com

و میانگین سن زنان $22/7 \pm 49$ سال محاسبه شد که این تفاوت معنادار بود ($p < 0/001$) (جدول ۱).

از نظر الگوی شکستگی، بیشترین فراوانی مربوط به نوع LC با ۱۱۱ بیمار (۸۲/۸ درصد) بود؛ انواع APC و VS به ترتیب در ۱۳ بیمار (۹/۷ درصد) و ۱۰ بیمار (۷/۵ درصد) دیده شدند. میانگین سنی گروه‌های APC، LC و VS به ترتیب $22/06 \pm 42/8$ ، $10/7 \pm 25/3$ و $19/2 \pm 38/1$ سال بود و تفاوت میانگین سن بین گروه‌ها معنادار بود ($P = 0/02$) یعنی گروه LC میانگین سنی بالاتری داشت. از نظر علائم ادراری، ۵۴ بیمار (۴۰/۳ درصد) بدون علامت ادراری بودند، ۴۸ بیمار (۳۵/۸ درصد) هم‌چوری واضح داشتند و ۳۲ بیمار (۲۳/۹ درصد) هم‌چوری میکروسکوپیکی گزارش شد.

ارتباط بین نوع شکستگی و الگوی علائم ادراری در کل نمونه بررسی شد: در ۱۱۱ بیمار با شکستگی LC، ۳۴ نفر (۳۰/۶ درصد) هم‌چوری واضح، ۲۷ نفر (۲۴/۳ درصد) هم‌چوری میکروسکوپیکی و ۵۰ نفر (۴۵ درصد) بدون علامت بودند. در گروه APC ($n = 13$)، تعداد بیماران با هم‌چوری واضح ۹ نفر (۶۹/۲ درصد) بود و در گروه VS ($n = 10$)، ۵ نفر (۵۰ درصد) هم‌چوری واضح داشتند (شکل ۱).

به‌طور خلاصه، در این سری، الگوی LC بیشترین شیوع را داشت و بیماران LC به‌طور متوسط مسن‌تر بودند؛ همچنین، نوع شکستگی با الگوی بروز هم‌چوری ارتباط معنادار نشان داد، درحالی‌که این ارتباط در آنالیز تفکیکی برحسب جنس برای مردان معنی‌دار نبود، اما در زنان معنی‌دار بود.

بحث

مطالعه حاضر با هدف بررسی ارتباط بین الگوی شکستگی لگن و بروز علائم ادراری در بیماران ترومایی انجام شد. یافته‌ها نشان دادند که شیوع علائم ادراری، به‌ویژه هم‌چوری، در بیماران مبتلا به شکستگی لگن قابل توجه است. مطالعات بین‌المللی شیوع آسیب ادراری را در شکستگی لگن عمدتاً در حدود ۵-۷ درصد گزارش کرده‌اند. برای مثال، یک متاآنالیز اخیر بر ۲۲۷۰۰ بیمار شکستگی لگن شیوع تجمعی آسیب دستگاه ادراری را حدود ۶/۹ درصد برآورد کرده است.^(۳)

در این مطالعه نسبت مرد به زن ۶۶/۱۴ درصد به ۳۳/۸۶ درصد بوده و شیوع کلی در مردان ۵/۳۴ درصد و در زنان ۳/۶۲ درصد گزارش شده است. مطالعه‌ی رنه جنسن (Rehne Jensen) و همکاران (۲۰۲۳) در دانمارک نیز ۵ درصد از بیماران شکستگی لگن را دارای آسیب مجرای ادراری تحتانی گزارش کرد.^(۴)

این ارقام در مطالعات مشابه داخلی تفاوت دارد: پورمیرزایی و همکاران حدود ۳۳/۴ درصد بیماران شکستگی لگن را مبتلا به آسیب مجرای ادراری-تناسلی یافتن در مطالعه حاضر نیز با اندازه‌گیری هم‌چوری، ۳۵/۸ درصد بیمار هم‌چوری واضح و ۳۳/۹ درصد هم‌چوری میکروسکوپیکی

مطالعات ایرانی نیز نشان می‌دهد درصدی از بیماران تروماتیک و افرادی که شکستگی لگن دارند به آسیب اورولوژیک مبتلا می‌شوند و بخشی از آنها نیازمند مداخله اورولوژیک هستند؛ این واقعیات ضرورت یک رویکرد چندتخصصی و تحلیل دقیق ارتباط الگوی شکستگی با نوع و شدت آسیب مثانه را برجسته می‌سازد. بنابراین، هدف مطالعه‌ی حاضر تعیین شیوع و الگوی آسیب‌های مثانه و مجرا در بیماران دارای شکستگی حلقه لگن و بررسی رابطه‌ی آن با نوع شکستگی، سن و جنس است.^(۴،۵)

مواد و روش‌ها

این مطالعه یک پژوهش تحلیلی-مقطعی گذشته‌نگر بود که کلیه‌ی بیمارانی را در بر می‌گرفت که طی بازه‌ی زمانی ۱۳۹۴-۱۳۹۹ با تشخیص شکستگی حلقه‌ی لگن (براساس کدهای ICD-10 (S32.89XA)) در بیمارستان شهید رهنمون یزد پذیرش شده بودند.

معیار ورود، وجود تشخیص شکستگی لگن در پرونده و مدارک تصویربرداری بود و معیارهای حذف شامل سابقه‌ی شکستگی لگن پیشین، سابقه‌ی آسیب یا جراحی قبلی مجرای ادراری و پرونده‌هایی با اطلاعات کلیدی ناکافی بودند. داده‌ها به‌صورت نظام‌مند از پرونده‌های بیمارستانی، گزارش‌های رادیولوژی (رادیوگرافی ساده و سی‌تی‌اسکن لگن)، یادداشت‌های اتاق عمل و مشاوره‌های اورولوژی استخراج شدند. اطلاعات تکمیلی در موارد لازم از طریق تماس تلفنی با همراهان اخذ شد.

جدول ۱: مشخصات دموگرافیک بیماران وارد شده به مطالعه

جنس	تعداد	میانگین (سن)
مرد	۸۶ (۶۴/۲٪)	۳۵/۶۷
زن	۴۸ (۳۵/۸٪)	۴۹/۹۰
کل	۱۳۴	۴۰/۷

شکستگی‌ها براساس سیستم طبقه‌بندی Young-Burgess به سه الگوی قدامی-خلفی (APC)، لترال (LC) و عمودی (VS) (vertical Shear) دسته‌بندی شدند. وجود و نوع آسیب مجرای ادراری بر پایه‌ی نتایج یافته‌های آزمایشگاهی (آنالیز ادراری) و مشاوره‌های اورولوژی مشخص گردید. داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS 25 و آزمون t مستقل تحت آنالیز آماری قرار گرفت. سطح معناداری ۰/۵ در نظر گرفته شد. توان مطالعه نیز ۸۰ درصد بود.

نتایج

در مجموع، ۱۳۴ بیمار وارد مطالعه شدند. از این تعداد، ۸۶ بیمار (۶۴/۲ درصد) مرد و ۴۸ بیمار (۳۵/۸ درصد) زن بودند. میانگین سنی کل بیماران $40/7 \pm 21/5$ سال بود؛ میانگین سن مردان $35/6 \pm 19/2$ سال

اختصاصی دستگاه اداری از طریق سی‌تی‌سیستوگرافی یا رتروگراف یورتروگرافی انجام شود. علاوه بر آن، انجام مشاوره فوری اورولوژی در مراحل اولیه درمان می‌تواند در پیشگیری از عوارض دیررس مانند تنگی پیشابراه، فیستول یا پارگی مثانه مؤثر باشد.

پیامدهای بالینی و توصیه‌ها

با توجه به نتایج و مدارک موجود، توصیه می‌شود: در بیماران دارای شکستگی جلویی حلقه‌ی لگن (به‌خصوص APC یا دیاستاز سمفیز) و هر بیمار دارای هماچوری واضح یا علائم هشدار (خون نوک آلت، هماتوم پرینه، دیسوری)، تصویربرداری اختصاصی اورولوژیک (CT-cystography) یا رادیوگرافی سیستوگرافی انجام شود؛ دستورالعمل‌های بالینی نیز برای گروه‌های پرخطر انجام CT-cystography را توصیه می‌کنند. علاوه بر این، حتی در موارد با تست اولیه منفی، پیگیری بالینی فعال لازم است، زیرا برخی پارگی‌ها ممکن است دیر آشکار شوند.

محدودیت‌ها و پیشنهادات پژوهشی

محدودیت‌های مطالعه‌ی حاضر شامل طراحی گذشته‌نگر، ثبت علامت‌محور به‌جای الزام تصویربرداری در همه‌ی بیماران، و نمونه‌ی کوچک در گروه‌های APC/VS بود. نبود اطلاعات تصویربرداری مرتبط با آسیب سیستم اداری جمع‌آوری داده را برای این مطالعه دچار مشکل کرده بود.

برای افزایش قطعیت بهتر است مطالعات آینده‌نگر چندمرکزی با پروتکل استاندارد تصویربرداری CT-cystography (با پر شدن مناسب مثانه و پروتکل یورتروگرافی در موارد مشکوک) و ثبت معیارهای رادیولوژیک کمی (اندازه‌ی دیاستاز سمفیز، مقدار جابه‌جایی راموس) انجام شود تا مدل‌های پیش‌بینی‌کننده‌ی دقیق‌تری برای آسیب اورولوژیک استخراج شود. همچنین، پیگیری بلندمدت برای ارزیابی پیامدهایی مانند تنگی مجرا، بی‌اختیاری یا اختلال عملکرد جنسی ضروری است.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه‌ی ما نشان داد که LC شایع‌ترین الگوی شکستگی در این مجموعه بود اما APC بیشترین هم‌بستگی را با هماچوری واضح داشت؛ ارتقای پروتکل تشخیصی در واحدهای ترومای لگن و پیگیری سیستماتیک بیماران پرخطر می‌تواند به کاهش عوارض دیررس کمک کند.

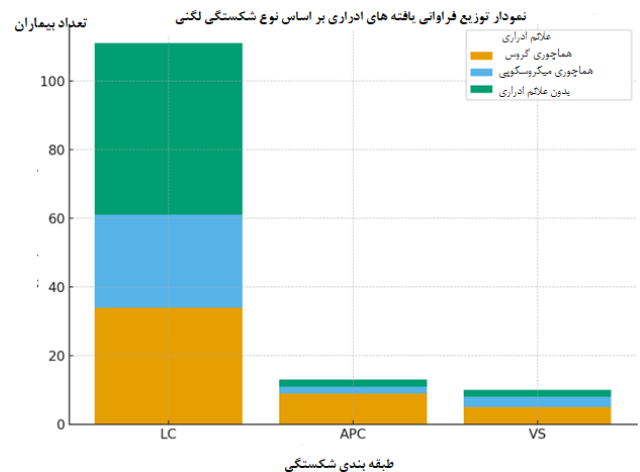
تعارض منافع

در این مقاله هیچ‌گونه تضاد منافی وجود نداشت.

منابع

- Lee MJ, Wright A, Cline M, Mazza MB, Alves T, Chong S. Pelvic Fractures and Associated Genitourinary and Vascular Injuries: A Multisystem

داشته‌اند که این مقدار بالاتر از آمار بین‌المللی است. تفاوت مشاهده‌شده در مطالعه حاضر احتمالاً ناشی از تفاوت در تعریف آسیب اداری، نحوه‌ی ثبت داده‌ها، و حساسیت روش‌های تشخیصی به کار رفته است. در این مطالعه، صرف وجود هماچوری نیز به عنوان شاخص هشداردهنده‌ی آسیب احتمالی در نظر گرفته شده است، درحالی‌که بسیاری از پژوهش‌ها تنها آسیب‌های تأییدشده با تصویربرداری یا جراحی را محاسبه کرده‌اند.



شکل ۱: نمودار توزیع علائم اداری بر حسب نوع شکستگی

از نظر توزیع انواع شکستگی، الگوی فشردگی جانبی (Lateral Compression - LC) شایع‌ترین نوع شکستگی در میان بیماران بود. با این حال، بیشترین میزان هماچوری واضح در بیماران با شکستگی‌های کامپرسن قدامی - خلفی (Anteroposterior Compression - APC) مشاهده شد. در مطالعات قبلی نیز بر نقش شکستگی‌های ناپایدار تأکید شده است: ژائو (Zhao) و همکاران نشان دادند شکستگی‌های ناپایدار (Tile B و C) با آسیب اداری بیشتر همراه‌اند و نوع ۳C (معادل فشردگی عمودی شدید) شایع‌ترین الگو در بیماران با آسیب اداری بوده است.^(۸)

این یافته از نظر بالینی قابل توجه است، زیرا در شکستگی‌های نوع APC معمولاً باز شدن حلقه لگنی و کشش بر روی سمفیز پوبیس، مثانه و پیشابراه بیشتر است و می‌تواند احتمال پارگی مثانه یا آسیب به مجاری اداری را افزایش دهد. بنابراین، گرچه LC از نظر شیوع غالب است، اما از نظر پتانسیل آسیب به ساختارهای اداری، شکستگی‌های APC و نیز Vertical Shear دارای اهمیت بیشتری هستند.

از نظر توزیع جنسیتی، مردان بیشترین سهم را در میان بیماران داشتند که با الگوی کلی تروماهای شدید در جهان هم‌خوانی دارد.^(۹، ۸) نکته قابل توجه در این پژوهش آن بود که ارتباط بین نوع شکستگی و آسیب اداری در زنان معنادار بود، درحالی‌که در مردان چنین ارتباطی مشاهده نشد. این موضوع می‌تواند به دلیل حجم کم بیماران این مطالعه باشد.

به‌طور کلی، نتایج این مطالعه اهمیت توجه به علائم اداری حتی در موارد ظاهراً پایدار شکستگی لگن را برجسته می‌سازد. پیشنهاد می‌شود در بیماران با شکستگی‌های ناپایدار به‌ویژه در حضور هماچوری واضح، بررسی

- Jul;5(2):77-83. doi: [10.5249/jivr.v5i2.138](https://doi.org/10.5249/jivr.v5i2.138). Epub 2012 Oct 28. PMID: 23103962; PMCID: PMC3683417.
7. Rehné Jensen L, Røder A, Possfelt-Møller E, Singh UM, Aagaard M, Evald Nielsen A, Svendsen LB, Penninga L. Lower urinary tract injuries in patients with pelvic fractures at a level 1 trauma center - an 11-year experience. *Scand J Urol*. 2023 Feb-Dec;57(1-6):102-109. doi: [10.1080/21681805.2022.2141311](https://doi.org/10.1080/21681805.2022.2141311). Epub 2022 Nov 2. PMID: 36322390.
 8. Zhao X, Lu S, Wang B, Zhou X, Liu F, Xu W, Zhou D, Li L, Dong J. Fracture Types Influence the Likelihood of Lower Urinary Tract Injuries in Patients with Pelvic Fractures. *J Clin Med*. 2023 Apr 19;12(8):2967. doi: [10.3390/jcm12082967](https://doi.org/10.3390/jcm12082967). PMID: 37109301; PMCID: PMC10145837.
 9. Pourmirzaei S, Asadi P, Zia Ziabari SM, Monsef Kasmaei V, Homaei Rad E. Evaluation of Genital and Urinary Tract Injuries in Patients with Pelvic Fractures Referring to a Referral Trauma Hospital in Northern Iran; a Cross-sectional Study. *J Pract Emerg Med* [Internet]. 2021 Oct. 26 [cited 2026 Feb. 23];8(1):e30. Available from: <https://journals.sbmu.ac.ir/jpem/index.php/jpem/article/view/34587>
 - Review of Pelvic Trauma. *AJR Am J Roentgenol*. 2019 Dec;213(6):1297-1306. doi: [10.2214/AJR.18.21050](https://doi.org/10.2214/AJR.18.21050). Epub 2019 Oct 15. PMID: 31613662.
 2. Ali SR, Mohammad H, Sara S. Evaluation of the relationship between pelvic fracture and abdominal compartment syndrome in traumatic patients. *J Emerg Trauma Shock*. 2013 Jul;6(3):176-9. doi: [10.4103/0974-2700.115330](https://doi.org/10.4103/0974-2700.115330). PMID: 23960373; PMCID: PMC3746438.
 3. Mariscal G, Dway A, Barrios C. Hidden dangers of pelvic fracture: A meta-analysis on urinary tract injury incidence and risk factors. *World J Orthop*. 2025 Feb 18;16(2):102483. doi: [10.5312/wjo.v16.i2.102483](https://doi.org/10.5312/wjo.v16.i2.102483). PMID: 40027960; PMCID: PMC11866105.
 4. Reddy D, Laher AE, Moeng M, Adam A. Bladder trauma: a guideline of the guidelines. *BJU Int*. 2024 Apr;133(4):365-374. doi: [10.1111/bju.16236](https://doi.org/10.1111/bju.16236). Epub 2023 Dec 10. PMID: 38009413.
 5. Sabzi Sarvestani, A., & Zamiri, M. (2013). Assessment of genitourinary trauma in southeastern iran. *Trauma monthly*, 18(3), 113-116. Doi: <https://doi.org/10.5812/traumamon.11694>
 6. Mardanpour K, Rahbar M. The outcome of surgically treated traumatic unstable pelvic fractures by open reduction and internal fixation. *J Inj Violence Res*. 2013

ارزش تشخیصی تصویربرداری ام-آر-آی در تشخیص سندروم تونل کارپ

چکیده

مقدمه: سندروم تونل کارپ یک نوروپاتی فشاری شایع اندام فوقانی است. با توجه به ناهمگونی کارایی روش‌های متعارف تشخیصی، ارزیابی شاخص‌های کمی در تصویربرداری تشدید مغناطیسی می‌تواند به تصمیم‌گیری بالینی کمک کند. این مطالعه ارزش تشخیصی این شاخص‌ها را بررسی می‌کند.

مواد و روش‌ها: در یک مطالعه‌ی مقطعی - تشخیصی بر روی ۳۰ بیمار مراجعه‌کننده به مرکز دانشگاهی، شدت بالینی با نسخه‌ی فارسی معتبر شده پرسش‌نامه‌ی بوستون سنجیده شد و طبقه‌بندی الکترودیگنوستیک به خفیف/متوسط/شدید انجام گرفت. تصویربرداری تشدید مغناطیسی مچ با سکانس‌های روتین و کورسازی ارزیاب نسبت به داده‌های بالینی و الکترودیگنوستیک اجرا شد. سطح مقطع عصب مدین در خروجی تونل کارپ، شدت سیگنال عصب و نسبت شدت سیگنال عصب به عضله‌ی هیپوتنار اندازه‌گیری و با افراد نرمال مقایسه شد. تحلیل‌ها با آزمون‌های مناسب و آستانه معنی‌داری $P < 0.05$ انجام گرفت.

نتایج و بحث: سطح مقطع عصب مدین در بیماران در مقایسه با نرمال بزرگ‌تر بود (1.189 ± 1.136 در برابر 1.163 ± 0.70 میلی‌متر مربع؛ $P < 0.05$). شدت سیگنال عصب نیز بالاتر بود (52.95 ± 59.713 در برابر 40.50 ± 50.167 ؛ $P < 0.05$). نسبت شدت سیگنال عصب به عضله‌ی هیپوتنار افزایش نشان داد (0.26 ± 1.31 در برابر 0.13 ± 0.80 ؛ $P < 0.01$).

نتیجه‌گیری: شاخص‌های کمی مبتنی بر تصویربرداری تشدید مغناطیسی توان تمایزبخشی معناداری میان بیماران و افراد نرمال نشان دادند و می‌توانند به‌عنوان مکمل در مسیر تشخیصی به کار روند. این الگو با زیست ساختار فشردگی (ادم/ تورم و تغییرات بافتی) سازگار است و از کارآمدی سنجه‌های کمی در تکمیل معاینه و الکترودیگنوستیک حمایت می‌کند. استانداردسازی محل اندازه‌گیری و آستانه‌ها و نیز مطالعات آینده‌نگر چندمرکزی برای ترجمه‌ی مطمئن نتایج به عمل بالینی ضروری است.

واژگان کلیدی: سندروم تونل کارپ، تصویربرداری تشدید مغناطیسی، عصب مدین، آزمون‌های الکترودیگنوستیک

پذیرش مقاله: ۳۵ روز قبل از چاپ

دکتر امیرپاشا عامل شهباز، دکتر عباس عبدلی تفتی، دکتر اطهر ابوالفتحی، دکتر میلاد قلی‌زاده، دکتر شهاب شیخعلیشاهی، دکتر

حسام‌الدین جعفری‌نسب

مقدمه

سندروم تونل کارپ (CTS) یک نوروپاتی فشاری شایع اندام فوقانی است که در اثر گیر افتادن عصب مدین در کانال کارپال رخ می‌دهد و به‌طور کلاسیک با پارس‌تری شبانه، درد و کاهش حس در قلمرو عصب‌گیری عصب مدین و در موارد پیشرفته با ضعف و آتروفی عضلات تنار تظاهر می‌کند. شیوع CTS در جمعیت عمومی حدود ۱ درصد برآورد شده و بروز آن در زنان سه برابر مردان گزارش شده است.^(۱)

عوامل خطر متعددی برای این اختلال پیشنهاد شده‌اند که از جمله شامل چاقی، حرکات تکراری و اعمال قدرتی دست و مچ، بارداری، زمینه‌ی ژنتیکی و آرتروز روماتوئید است؛ ارتباط با کم‌کاری تیروئید نیز در برخی مطالعات مشاهده شده است.^(۲-۵) مواجهات شغلی مانند کار با ابزارهای لرزشی، کار رایانه‌ای طولانی‌مدت یا فعالیت‌هایی که با وضعیت‌های نامطلوب و پایدار مچ همراه‌اند می‌توانند خطر CTS را افزایش دهند، هرچند قدرت شواهد در این حیطه ناهمگون است.^(۶)

از نظر بالینی، بیماران معمولاً بی‌حسی، سوزن‌سوزن شدن و احساس سوختن در شست، اشاره، میانی و نیمه‌ی رادیال انگشت انگشتری را گزارش می‌کنند؛ درد می‌تواند به ساعد و حتی بازو انتشار یابد. علائم غیراختصاصی تری مانند درد مچ و کاهش قدرت گرفتن نیز شایع است.^(۷) اگرچه فرضیه‌های دیگری برای محل‌های احتمالی فشردگی مانند ناحیه‌ی خروجی قفسه‌ی سینه یا بین سرهای عضله‌ی پروناتور ترس مطرح شده، اما این دیدگاه‌ها در حد شواهد آزمایشی باقی مانده‌اند.^(۸)

۱. گروه رادیولوژی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران
۲. مرکز تحقیقات تروما، گروه ارتوپدی، بیمارستان شهید صدوقی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران
۳. بخش رادیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران
۴. گروه جراحی ارتوپدی، مرکز تحقیقات تروما، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران
۵. کمیته‌ی تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران

نویسنده‌ی مسئول:

دکتر عباس عبدلی تفتی

Email address:
A.abdoli@ssu.ac.ir

کاربست بالینی را چالش برانگیز می‌سازد.^(۱۴) یک مرور نظام‌مند گزارش کرده است که CSA بالاتر از حدود ۹ میلی‌متر مربع، حساسیت ۸۷/۳ درصد و ویژگی ۸۳/۳ درصد برای تشخیص دارد. باین‌حال، تغییرپذیری روش‌سنجی و ناهمگونی جمعیت‌ها تعمیم این آستانه را محدود می‌کند.^(۲۴) به‌طور ویژه، داده‌های مربوط به ارزیابی کمی در خروجی دیستال تونل یعنی جایی که تورم موضعی عصب می‌تواند غالب باشد، کمتر مطالعه شده و نیازمند بررسی بیشتری است.^(۲۵)

با توجه به بار اجتماعی - اقتصادی قابل توجه CTS که سهم چشمگیری از هزینه‌های اختلالات اسکلتی-عضلانی مرتبط با کار را شامل می‌شود و محدودیت‌های ابزارهای متعارف تشخیصی، ارزیابی نظام‌مند ارزش تشخیصی MRI ضروری به نظر می‌رسد.^(۲۶، ۲۷) هدف مطالعه‌ی حاضر تعیین توان تشخیصی سنجه‌های کمی MRI (به‌ویژه CSA و SIR) در CTS با تمرکز بر اندازه‌گیری در ناحیه‌ی خروجی تونل کارپ و مقایسه‌ی آن‌ها با یافته‌های بالینی و الکترودیآگنوستیک است.

مواد و روش‌ها

نوع مطالعه و محیط اجرا

این پژوهش یک مطالعه‌ی مقطعی - تشخیصی است که طی ۱۸ ماه در درمانگاه ارتوپدی و کلینیک وابسته به بیمارستان شهید صدوقی، یزد انجام شد. هدف سنجش ارزش تشخیصی شاخص‌های کمی MRI در سندروم تونل کارپ (CTS) و مقایسه‌ی آن‌ها با ارزیابی بالینی و الکترودیآگنوستیک بود.

جامعه‌ی مورد مطالعه و روش نمونه‌گیری

جامعه‌ی مورد مطالعه شامل مراجعان با علائم کلاسیک CTS به درمانگاه ارتوپدی و کلینیک بیمارستان بود. نمونه‌گیری به صورت پی‌درپی از بیماران واجد شرایط طی بازه‌ی زمانی مطالعه انجام شد.

منظور از «مرجع نرمال» در این مطالعه مچ مقابل بدون علائم همان بیمار بود که در معاینه‌ی بالینی فاقد علائم و نشانه‌های سازگار با CTS (از جمله نبود پارستزی و درد در قلمرو عصب مدین و منفی بودن آزمون‌های تحریکی بالینی) تلقی شد و به‌عنوان کنترل درون‌فردی برای برآورد مقادیر مرجع شاخص‌های کمی MRI به‌کار رفت.

معیارهای ورود و خروج و حجم نمونه

معیار ورود

همه‌ی بیماران با شرح حال درد مچ/دست و علائم سازگار با درگیری عصب مدین در قلمرو عصب‌دهی آن (پارستزی شبانه، بی‌حسی، درد تیرکشنده به ساعد/ بازو) به همراه یافته‌های بالینی حمایتی به صورت یک‌طرفه و سمت مقابل سالم.

در صورت عدم درمان، ضعف و آتروفی تنار به دلیل دنرویشن ناکافی رخ می‌دهد.^(۹) علل غالباً چندعاملی‌اند و در بسیاری از بیماران علت دقیق مشخص نمی‌شود. افزون بر عوامل فردی و شغلی، تروما نیز می‌تواند به‌عنوان زمینه‌ساز مطرح باشد.^(۱۰، ۱۱، ۱۲) در مواردی، فشار داخل تونل ممکن است به دلیل افزایش محتوای داخل کانال مثلاً توده‌هایی مانند لیپوم و گانگلیون یا ناهنجاری‌های عروقی یا کاهش ظرفیت فضای تونل افزایش یابد.^(۱۳)

از منظر پاتوفیزیولوژی، تونل کارپال که کانالی استخوانی - فیبروزی با کف متشکل از استخوان‌های کارپ و سقف تشکیل شده از رتیناکولوم فلکسور است، از ۹ تاندون خم‌کننده و عصب مدین میزبانی می‌کند.^(۱) هر عاملی که فشار داخل کانال را افزایش دهد (مثلاً فلکسیون پایدار مچ) می‌تواند موجب ایسکمی، ادم و اختلال هدایت عصبی در عصب مدین شود.^(۱۳)

جدول ۱: ویژگی‌های نمونه مورد مطالعه

شاخص	مقدار
سن (سال)، میانگین ± انحراف معیار	۴۴/۲۵ ± ۹/۲۲
میانگین ± انحراف معیار، BMI (kg/m ²)	۲۸/۶۸ ± ۳/۷۱
جنسیت: زن، n (%)	۲۳ (۷۶/۶٪)
جنسیت: مرد، n (%)	۷ (۲۳/۳٪)
دست درگیر: راست، n (%)	۲۲ (۷۳/۳٪)
دست درگیر: چپ، n (%)	۷ (۲۳/۳٪)

تشخیص CTS بر ترکیبی از تاریخچه، معاینه‌ی فیزیکی و آزمون‌های الکترودیآگنوستیک تکیه دارد؛ باین‌حال، اجماع روشنی بر «استاندارد طلایی» وجود ندارد.^(۲) مانورهای تحریکی (نظیر Durkan, Tinel, Phalen) و آزمون بالا بردن دست) در عمل رایج‌اند، اما حساسیت و ویژگی متغیری دارند و به‌تنهایی برای تشخیص کافی نیستند.^(۳)

آزمون‌های EMG/NCV می‌توانند اختلال هدایت عصب مدین را نشان دهند، ولی منفی کاذب (~۱۰ درصد) و مثبت کاذب (~۱۵ درصد) گزارش شده و تمایز CTS اولیه از ثانویه را به‌طور کامل تضمین نمی‌کنند.^(۱۴، ۱۵) از این‌رو، در سناریوهای مرزی یا ناسازگار بالینی - الکترودیآگنوستیک نیاز به شواهد مکمل احساس می‌شود.^(۱۶، ۱۷)

تصویربرداری می‌تواند به‌عنوان مکمل تشخیصی مفید باشد. در سال‌های اخیر، MRI و سونوگرافی برای سنجش شاخص‌های کمی عصب مدین به‌کار رفته‌اند.^(۱۸، ۱۹) در MRI، سنجه‌هایی همچون سطح مقطع عصب مدین (CSA)، نسبت شدت سیگنال عصب به عضله‌ی هیپوتنار (SIR)، نسبت پهنای قدامی - خلفی / تحت‌شدگی عصب و قوس برداشتن رتیناکولوم فلکسور پیشنهاد شده‌اند.^(۲۰-۲۳)

برخی شواهد نشان می‌دهند که افزایش CSA و SIR با حضور و حتی شدت بیماری هم‌بستگی دارد، اما ناهمگونی پروتکل‌ها، تفاوت در محل اندازه‌گیری (ورودی در برابر خروجی تونل) و نبود آستانه‌های توافقی،

معیارهای خروج

دیابت، آکرومگالی، شکستگی قبلی مچ دست، جراحی قبلی مچ دست، حاملگی و هر وضعیت دیگری که بر قطر/سیگنال عصب یا فضای تونل اثرگذار باشد (براساس نظر متخصص ارتوپدی/رادیولوژی).

حداقل ۳۰ بیمار برای ورود به مطالعه در نظر گرفته شد. با توجه به ماهیت اکتشافی و محدودیت‌های اجرایی، این تعداد برای برآورد اولیه عملکرد تشخیصی شاخص‌های تصویربرداری و انجام مقایسه‌های گروهی کفایت داشت.

روش اجرای طرح

اطلاعات دموگرافیک (سن، جنس، BMI، دست غالب) و سوابق مرتبط ثبت شد. شدت بالینی CTS با استفاده از نسخه فارسی معتبر شده «پرسش‌نامه‌ی بوستون» (BCTQ)^(۲۷) شامل دو خرده‌مقیاس Severity (۱۱ سؤال) و Function (۸ سؤال) سنجیده شد؛ ترجمه/بومی‌سازی و ویژگی‌های روان‌سنجی این نسخه در جمعیت ایرانی تأیید شده است؛ برای نمونه، آلفای کرونباخ خرده‌مقیاس‌ها حدود ۰/۸۵-۰/۹۰ و ICC تکرارپذیری در بازه‌ی حدودی ۰/۸۳-۰/۹۱^(۲۸).

در یک مطالعه‌ی دیگر نیز آلفای کرونباخ ۰/۸۵۹ و روایی همگرا با QuickDASH گزارش شده است.^(۲۹) ارزیابی الکترودیالکترومیوگرافی (EMG/NCV) براساس پروتکل‌های توصیه‌شده AANEM^(۳۰) و مستقل از تیم تصویربرداری انجام شد. بیماران واجد شرایط پس از غربالگری بالینی وارد مطالعه شدند. شدت درگیری براساس گایدلاین AANEM به سه گروه خفیف، متوسط و شدید طبقه‌بندی شد. سپس، همه‌ی افراد واجد شرایط برای تصویربرداری MRI ارجاع شدند. به منظور پیشگیری از هرگونه سوگیری، تیم تصویربرداری و ارزیابان MRI از نتایج EMG/NCV و نمرات پرسش‌نامه‌ی بوستون بی‌اطلاع بودند.

تصویربرداری از مچ دست با دستگاه MRI مطابق پروتکل مؤسسه و با استفاده از کویل مناسب مچ انجام شد. سکانس‌های روتین شامل T1، T2 و STIR در برش‌های محوری و کروئال بود. برای تعیین مقادیر مرجع، مچ بدون علائم نیز تحت تصویربرداری با همان پروتکل قرار گرفت تا شاخص‌های کمی در شرایط استاندارد و قابل‌مقایسه استخراج شوند. پارامترهای تصویربرداری بر پایه‌ی استانداردهای مرکز تنظیم شد تا بازآفرینی‌پذیری و کیفیت سیگنال تضمین شود. پیش از تصویربرداری، هرگونه وسایل فلزی/منع MRI بررسی و تعهدنامه‌ی آگاهانه اخذ شد.

تعاریف و روش اندازه‌گیری شاخص‌ها:^(۳۰)

- عصب مدین (CSA (Cross-Sectional Area): در خروجی تونل کارپ (سطح قلاب هامیت/هوک همیت) با ردگیری دقیق مرز عصب بر روی برش محوری اندازه‌گیری شد. در موارد لازم، اندازه‌گیری در ورودی تونل (سطح پیزیفورم) نیز برای مقایسه ثبت شد.

- نسبت شدت سیگنال عصب (SIR (Signal Intensity Ratio): نسبت شدت سیگنال عصب مدین به عضله‌ی هیپوتنار در همان برش/سکانس.

- سطح مقطع تونل کارپ: ترسیم مرزهای تونل با اتکا به حدود استخوانی و رتیناکولوم فلکسور در برش محوری استاندارد. هر شاخص دو بار توسط ارزیاب رادیولوژی باتجربه و در صورت امکان به صورت مستقل توسط ارزیاب دوم اندازه‌گیری شد؛ در اختلاف‌های معنادار، نظر اجماعی اخذ شد.

پیامدهای اصلی و ملاحظات اخلاقی

پیامدهای اصلی شامل CSA، SIR و سطح مقطع تونل کارپ بودند. بیماران براساس شدت الکترودیالکترومیوگرافی به سه گروه خفیف/متوسط/شدید تقسیم شدند تا مقایسه‌ی روند شاخص‌های MRI میان سطوح شدت امکان‌پذیر شود. مقایسه‌ی شاخص‌های MRI بین مچ مبتلا و مچ سالم (کنترل درون‌فردی) انجام شد.

مطالعه مطابق با اصول بیانیه هلسینکی^(۳۱) انجام شد. رضایت آگاهانه کتبی از تمام مشارکت‌کنندگان اخذ شد. اطلاعات هویتی محرمانه تلقی و صرفاً به صورت کدگذاری شده تحلیل شد.

روش تحلیل و توصیف داده‌ها

داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ وارد و تحلیل شد. متغیرهای پیوسته پس از بررسی نرمال بودن توزیع (در صورت نیاز) به صورت میانگین \pm انحراف معیار یا میانه (چارک‌ها) گزارش شدند و متغیرهای طبقه‌ای به صورت فراوانی (درصد) توصیف شدند:

- برای مقایسه‌ی شاخص‌های کمی MRI بین مچ مبتلا به CTS و مچ سالم (کنترل درون‌فردی) از t جفت‌شده (یا Wilcoxon signed-rank در صورت عدم نرمالیت) استفاده شد.

- برای مقایسه‌ی سه گروه شدت الکترودیالکترومیوگرافی از ANOVA یک‌طرفه (یا Kruskal-Wallis) بهره گرفته شد و در صورت معنی‌داری، آزمون‌های تعقیبی مناسب اعمال گردید.

- ارتباط شاخص‌های MRI با نمرات بوستون و شدت الکترودیالکترومیوگرافی با ضریب هم‌بستگی (Pearson یا Spearman برحسب شرایط) سنجیده شد.

- سطح معنی‌داری آماری $P < 0/05$ در نظر گرفته شد.

نتایج

در مجموع، ۳۰ بیمار دارای علائم و معیارهای ورود CTS بررسی شدند. توزیع جنسیت نشان داد ۲۳ نفر (۷۶/۶ درصد) زن و ۷ نفر (۲۳/۳ درصد) مرد بودند. دست درگیر در ۲۲ مورد (۷۳/۳ درصد) راست و در ۷ مورد (۲۳/۳ درصد) چپ گزارش شد. میانگین سن بیماران $44/25 \pm 9/22$ سال و میانگین BMI برابر با $28/68 \pm 3/71$ کیلوگرم/متر^۲ بود. این ویژگی‌های پایه برای توصیف جمعیت و مقایسه‌ی نتایج تصویربرداری در ادامه به کار می‌روند. جزئیات کامل در جدول ۱ آمده است. نمونه‌های نرمال، طبق تعریف عملیاتی ارائه‌شده در بخش روش‌ها برای مقایسه‌ی

هم‌راستایی این نتایج با ادبیات موجود که هم‌بستگی سنج‌های MRI با حضور و حتی شدت CTS را گزارش کرده‌اند قابل توجه است؛ همان‌گونه که در مطالعه‌ی کلاسیک «اچیاما و همکاران»^(۲۳) نشان داده شد، CSA، SIR و نسبت تخت‌شدگی (flattening ratio) عصب مدین، همراه با قوس برداشتن رتیناکولوم (palmar bowing)، با شدت بر پایه‌ی الکترودی‌اگنوستیک هم‌بستگی دارند و می‌توانند تصویر نسبتاً جامعی از بار فشاری بر عصب فراهم کنند.

جدول ۲: مقایسه‌ی بیماران CTS با گروه نرمال با توجه به شاخص‌های MRI				
P-value	انحراف معیار (SD)	میانگین	گروه	شاخص‌های MRI
< ۰/۰۵	۴۰/۵۰	۵۰/۱۶۷	نرمال	شدت سیگنال عصب مدین
	۵۲/۹۵	۵۹۷/۱۳	CTS	
< ۰/۰۱	۰/۱۳	۰/۸۰	نرمال	نسبت سیگنال عصب مدین به عضله‌ی هیپوتنار (SIR)
	۰/۲۶	۱/۳۱	CTS	
< ۰/۰۵	۱/۶۳	۹/۷۰	نرمال	سطح مقطع عصب مدین (mm ² :CSA)
	۱/۸۹	۱۱/۳۶	CTS	

لازم به تأکید است که در آن کار ۱۰۵ مچ مبتلا، کمی‌سازی دقیق MRI و هم‌بستگی با EMG/NCV به‌روشنی مسیر را برای بهره‌گیری از نشانگرهای کمی هموار کرد؛ یافته‌ی ما درباره‌ی اختلاف معنی‌دار CSA و SIR میان بیماران و گروه مرجع/نرمال با همین شواهد موازی است.

مطالعه‌ی دیگری نیز با ارزیابی موازی CSA، SIR، نسبت تخت‌شدگی و قوس رتیناکولوم نشان داد که ترکیب این سنج‌ها نه تنها در تشخیص، بلکه در پیش‌بینی شدت (با تحلیل ROC) نیز عملکرد مطلوبی دارد؛ این موضوع با یافته‌های ما که شامل افزایش سامانه‌ای سه سنج در بیماران CTS است همسو است و از رویکرد چندشاخصی در تفسیر MRI دفاع می‌کند.

افزون بر این، آن‌ها به تفاوت‌های محل اندازه‌گیری (ورودی/خروجی تونل) نیز اشاره دارند؛ مسئله‌ای که در تبیین ناهمگونی آستانه‌ها و حساسیت/ویژگی‌ها در ادبیات نقش دارد.^(۲۰) از سوی دیگر، مطالعه‌ی آینده‌نگری با مقایسه‌ی مستقیم MRI و سونوگرافی در ۲۶ بیمار CTS و ۱۹ شاهد سالم، بر نقش CSA در هر دو مدالیته تأکید کرده است.

آورده‌ی کاربردی آن کار این است که MRI علاوه بر توان تمایزبخشی، اطلاعات ساختمانی مکملی (مثلاً crowding، تاندون‌ها و رتیناکولوم) در اختیار می‌گذارد که برای تصمیم‌های پیش‌ازجراحی/پس‌ازجراحی اهمیت دارند.^(۲۲)

مقایسه‌ی سنج‌های MRI در مطالعه ما با این شواهد، هم‌گرایی معناداری نشان می‌دهد. ارزش SIR به‌عنوان نسبت استاندارد شده سیگنال عصب

شاخص‌های کمی MRI به کار رفتند و مشخصات آن‌ها در جدول ۲ ذکر شده است.

شاخص‌های MRI: مقایسه‌ی بیماران CTS با نمونه‌های نرمال:

- شدت سیگنال عصب مدین: میانگین شدت سیگنال عصب مدین در گروه CTS برابر با $52/95 \pm 597/13$ و در گروه نرمال $40/50 \pm 50/167$ بود. اختلاف بین گروه‌ها از نظر آماری معنی‌دار ارزیابی شد (آزمون t جفت‌شده؛ $P < 0/05$). این یافته نشان می‌دهد که تغییرات سیگنال در MRI با حضور CTS همسو است و می‌تواند در تمایز بیماران از وضعیت نرمال مفید باشد.

- نسبت شدت سیگنال عصب مدین به عضله‌ی هیپوتنار (SIR): میانگین SIR در بیماران CTS برابر با $0/26 \pm 1/31$ در گروه نرمال $0/13 \pm 0/80$ بود که اختلاف بین گروه‌ها از نظر آماری معنی‌دار بود (t مستقل؛ $P < 0/01$). افزایش SIR بیانگر ارتقای نسبی سیگنال عصب مدین نسبت به بافت مرجع عضلانی است و با پاتوفیزیولوژی ادم/ تورم عصب در CTS انطباق دارد.

- سطح مقطع عصب مدین (CSA؛ میلی‌متر مربع): CSA عصب مدین در گروه CTS به‌طور معنی‌داری بزرگ‌تر از گروه نرمال بود ($11/36 \pm 1/89$) در برابر $9/70 \pm 1/63$ ؛ t مستقل؛ $P < 0/05$). بزرگ شدن سطح مقطع با تورم و افزایش فشار داخل تونل کارپ هم‌خوان است و به‌عنوان شاخص کمی مکمل می‌تواند در تصمیم‌سازی تشخیصی به کار رود. خلاصه‌ی نتایج در جدول ۲ ارائه شده است.

جمع‌بندی

به‌طور کلی، سه شاخص کمی از پیش‌تعریف‌شده در MRI مشتمل بر شدت سیگنال عصب مدین، SIR و CSA در بیماران CTS به‌صورت معنادار بالاتر از گروه نرمال مشاهده شد. این الگو با فرضیه‌ی پاتوفیزیولوژیک افزایش فشار داخل تونل کارپال و سپس ادم/ تورم عصب و در نتیجه آن تغییرات سیگنالی و حجمی سازگار است و نقش MRI کمی را به‌عنوان مکمل ارزیابی بالینی و الکترودی‌اگنوستیک تقویت می‌کند.

بحث

یافته‌های این مطالعه نشان داد که در بیماران مبتلا به CTS، هر سه شاخص کمی MRI شامل شدت سیگنال عصب مدین، نسبت شدت سیگنال عصب به عضله‌ی هیپوتنار (SIR) و سطح مقطع عصب مدین (CSA) به‌طور معنی‌داری از گروه نرمال بالاتر است. این الگوی هم‌جهت، از منظر پاتوفیزیولوژی فشرده‌گی یعنی افزایش فشار داخل تونل، ادم/ تورم عصب و تغییرات بافتی، قابل‌انتظار است و جایگاه سنج‌های کمی MRI را به‌عنوان مکمل معاینه و الکترودی‌اگنوستیک در سناریوهای مبهم تقویت می‌کند.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه نشان داده شد که سه شاخص کمی مبتنی بر MRI مشتمل بر شدت سیگنال عصب مدین، نسبت سیگنال عصب به عضله هیپوتنار (SIR) و سطح مقطع عصب مدین (CSA) در بیماران مبتلا به سندروم تونل کارپ به‌طور معنی‌داری بیش از گروه مرجع/ نرمال است؛ الگویی که با پاتوفیزیولوژی فشردگی عصب و پیامدهای آن بر ساختار و سیگنال هم‌خوانی دارد و جایگاه کمی‌سازی MRI را به‌عنوان مکمل معاینه بالینی و آزمون‌های الکترودیآگنوستیک تقویت می‌کند.

تقدیر و تشکر

از خانم دکتر اطهر ابوالفتحی بابت همکاری صمیمانه و همراهی ارزشمندشان در فرایند انجام این پژوهش سپاسگزاری می‌کنیم.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ‌گونه تعارض منافی در ارتباط با این مطالعه وجود ندارد.

منابع

- Burton C, Chesterton LS, Davenport G. Diagnosing and managing carpal tunnel syndrome in primary care. *Br J Gen Pract.* 2014 May;64(622):262-3. doi: [10.3399/bjgp14X679903](https://doi.org/10.3399/bjgp14X679903). PMID: 24771836; PMCID: PMC4001168.
- National Institute of Neurological Disorders and Stroke (NINDS) [Internet]. Bethesda (MD): National Institutes of Health (NIH); [cited 2022 Mar]. Available from: <https://www.nih.gov/about-nih/nih-almanac/national-institute-neurological-disorders-stroke-ninds>.
- American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS). Management of carpal tunnel syndrome: evidence-based clinical practice guideline. Rosemont (IL): American Academy of Orthopaedic Surgeons; 2016.
- Osterman M, Ilyas AM, Matzon JL. Carpal tunnel syndrome in pregnancy. *Orthop Clin North Am.* 2012 Oct;43(4):515-20. doi: [10.1016/j.jocl.2012.07.020](https://doi.org/10.1016/j.jocl.2012.07.020). Epub 2012 Sep 4. PMID: 23026467.
- Shiri R. Hypothyroidism and carpal tunnel syndrome: a meta-analysis. *Muscle Nerve.* 2014 Dec;50(6):879-83. doi: [10.1002/mus.24453](https://doi.org/10.1002/mus.24453). Epub 2014 Oct 30. PMID: 25204641.
- Lozano-Calderón S, Anthony S, Ring D. The quality and strength of evidence for etiology: example of carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg Am.* 2008 Apr;33(4):525-38. doi: [10.1016/j.jhssa.2008.01.004](https://doi.org/10.1016/j.jhssa.2008.01.004). PMID: 18406957.
- Padua L, Coraci D, Erra C, Pazzaglia C, Paolasso I, Loreti C, Caliendo P, Hobson-Webb LD. Carpal tunnel syndrome: clinical features, diagnosis, and management. *Lancet Neurol.* 2016 Nov;15(12):1273-1284. doi: [10.1016/S1474-4422\(16\)30231-9](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(16)30231-9). Epub 2016 Oct 11. PMID: 27751557.
- Atroshi I, Gummesson C, Johnsson R, Ornstein E,

نسبت به مرجع عضلانی نیز در ادبیات تأیید شده است. کار آلام (Allam) و همکاران^(۳۳) با میدان T ۱/۵ و استفاده از سکانس‌های حساس به آب (مانند T2-SPAIR) نشان داد که SIR عصب/هیپوتنار و پارامترهای انتشار (ADC) در چند سطح تونل بین بیماران و شاهدان تفاوت معنی‌دار دارد؛ نکته‌ی روش‌شناختی مهم وابستگی نتایج به سطح اندازه‌گیری (پیزیفورم در ورودی در برابر هوک همیت در خروجی) است که باید در گزارش نتایج به‌صراحت قید شود.

همین حساسیت به محل دلیل بخشی از ناهمگونی آستانه‌ها در مطالعات است.^(۳۳) برای برخی نشانگرهای ساختمانی دیگر، قوس‌بردداشتن رتیناکولوم شاخص جالبی است که هم با شدت علائم همبسته گزارش شده و هم می‌تواند در تصمیم‌سازی پیش‌ازجراحی نقش داشته باشد. مطالعه‌ی ارتباط قوس رتیناکولوم با نشانه‌های بالینی را نشان داد و پیشنهاد کرد این شاخص در کنار سنجه‌های حجمی/سیگنالی ارزیابی شود؛^(۳۴) یافته ما درباره‌ی افزایش موازی سنجه‌های حجمی و سیگنالی در گروه CTS، چنین رویکرد ترکیبی را تقویت می‌کند.

از نظر محل بهینه‌ی اندازه‌گیری CSA، داده‌های MRI نشان می‌دهند که CSA در ورودی تونل (سطح پیزیفورم) اغلب تمایزبخشی بالاتری نسبت به خروجی دارد، هرچند در بخشی از بیماران تورم می‌تواند در ناحیه خروجی (هوک همیت) غالب باشد. مطالعه‌ی صراحتاً تفاوت میان پیزیفورم و هوک همیت را گزارش کرده و ارزش CSA در پیزیفورم را برای تشخیص تقویت می‌کند.^(۳۴) بااین‌حال، اختلافات جمعیتی/پروتکلی می‌تواند این الگو را جابه‌جا کند و به همین دلیل توصیه می‌شود محل اندازه‌گیری به‌طور شفاف گزارش و در صورت امکان هر دو سطح سنجدیده شود.

نقش MRI در قیاس با مدالیته‌های دیگر نیز باید در بافتار بالینی سنجدیده شود. هرچند الکترودیآگنوستیک همچنان خط نخست کمی‌سازی ناتوانی هدایتی است، MRI برای موارد آتپیک، علل ثانویه (توده‌ها، واریانت‌ها) و ارزیابی بیمار مقاوم بعد از آزادسازی کاربرد ویژه دارد. در مطالعات جدیدتر، MR neurography و حتی DTI به‌عنوان ابزارهای پیشرفته بافت‌نگار مطرح شده‌اند که می‌توانند در موارد انتخابی اطلاعات تکمیلی بدهند. بااین‌حال، استانداردسازی پروتکل‌ها و آستانه‌ها در این حوزه همچنان در دست تکامل است.^(۳۷-۳۵)

در جمع‌بندی تطبیقی، نتایج ما در محور افزایش CSA و SIR با بخش عمده‌ای از ادبیات همخوان است، اما همان‌طور که دیگران نیز تأکید کرده‌اند، ناهمگونی پروتکل‌ها، تعاریف ROI، محل اندازه‌گیری و ویژگی‌های جمعیتی (سن/جنس/BMI) فراتحلیل نتایج و تعیین آستانه واحد را دشوار می‌کند. بنابراین، کاربرد بالینی سنجه‌های MRI زمانی بیشینه می‌شود که در قالب یک الگوریتم تصمیم‌گیری و در کنار EDX/US^1 به‌کار رود و هر مرکز Cut-off داخلی را با بهره‌گیری از ROC/AUC^2 و با توجه به جمعیت ارجاعی خود تدوین کند.

- (19)F magnetic resonance imaging (MRI): from design of materials to clinical applications. *Chem Rev.* 2015 Jan 28;115(2):1106-29. doi: [10.1021/cr500286d](https://doi.org/10.1021/cr500286d). Epub 2014 Oct 20. PMID: 25329814.
20. Ng AWH, Griffith JF, Tong CSL, Law EKC, Tse WL, Wong CWY, Ho PC. MRI criteria for diagnosis and predicting severity of carpal tunnel syndrome. *Skeletal Radiol.* 2020 Mar;49(3):397-405. doi: [10.1007/s00256-019-03291-0](https://doi.org/10.1007/s00256-019-03291-0). Epub 2019 Aug 9. PMID: 31396669.
 21. Allam MFAB, Ibrahim MA, Allam AFAB. The value of quantitative MRI using 1.5T magnet in diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Egypt J Radiol Nucl Med.* 2017;48(1):201-206.
 22. Tsujii M, Hirata H, Morita A, Uchida A. Palmar bowing of the flexor retinaculum on wrist MRI correlates with subjective reports of pain in carpal tunnel syndrome. *J Magn Reson Imaging.* 2009 May;29(5). doi: [1102-5](https://doi.org/10.1002/jmri.21459). doi: [10.1002/jmri.21459](https://doi.org/10.1002/jmri.21459). PMID: 19388125.
 23. Uchiyama S, Itsubo T, Yasutomi T, Nakagawa H, Kamimura M, Kato H. Quantitative MRI of the wrist and nerve conduction studies in patients with idiopathic carpal tunnel syndrome. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2005 Aug;76(8):1103-8. doi: [10.1136/jnnp.2004.051060](https://doi.org/10.1136/jnnp.2004.051060). PMID: 16024888; PMCID: PMC1739757.
 24. Tai TW, Wu CY, Su FC, Chern TC, Jou IM. Ultrasonography for diagnosing carpal tunnel syndrome: a meta-analysis of diagnostic test accuracy. *Ultrasound Med Biol.* 2012 Jul;38(7):1121-8. doi: [10.1016/j.ultrasmedbio.2012.02.026](https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2012.02.026). Epub 2012 Apr 27. PMID: 22542258.
 25. Erickson M, Lawrence M, Lucado A. The role of diagnostic ultrasound in the examination of carpal tunnel syndrome: an update and systematic review. *J Hand Ther.* 2022 Apr-Jun;35(2):215-225. doi: [10.1016/j.jht.2021.04.014](https://doi.org/10.1016/j.jht.2021.04.014). Epub 2021 Apr 14. PMID: 34261588.
 26. Dabbagh A, MacDermid JC, Yong J, Packham TL, Grewal R, Boutsikari EC. Diagnostic Test Accuracy of Provocative Maneuvers for the Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Phys Ther.* 2023 Jun 5;103(6):pzad029. doi: [10.1093/ptj/pzad029](https://doi.org/10.1093/ptj/pzad029). PMID: 37366626; PMCID: PMC10294560.
 27. Levine DW, Simmons BP, Koris MJ, Daltroy LH, Hohl GG, Fossel AH, Katz JN. A self-administered questionnaire for the assessment of severity of symptoms and functional status in carpal tunnel syndrome. *J Bone Joint Surg Am.* 1993 Nov;75(11):1585-92. doi: [10.2106/00004623-199311000-00002](https://doi.org/10.2106/00004623-199311000-00002). PMID: 8245050.
 28. Rezazadeh A, Bakhtiary A, Samaei A, Moghimi J. Validity and reliability of the Persian Boston questionnaire in Iranian patients with carpal tunnel syndrome. *Koomesh* 2014; 15(2):138-145
 29. Hassankhani GG, Moradi A, Birjandinejad A, Vahedi E, Kachooei AR, Ebrahimzadeh MH. Translation and Validation of the Persian Version the Boston Carpal Tunnel Syndrome Questionnaire. *Arch Bone Jt Surg.* 2018 Jan;6(1):71-77. PMID: 29430499; PMCID: [PMC5799604](https://doi.org/10.5799604).
 - Ranstrom J, Rosén I. Prevalence of carpal tunnel syndrome in a general population. *JAMA.* 1999 Jul 14;282(2):153-8. doi: [10.1001/jama.282.2.153](https://doi.org/10.1001/jama.282.2.153). PMID: 10411196.
 9. Sevy J, Sina R, Varacallo M. Carpal tunnel syndrome [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [updated 2023 Oct 29]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448179/>.
 10. Keith MW, Masear V, Chung KC, Maupin K, Andary M, Amadio PC, Watters WC 3rd, Goldberg MJ, Haralson RH 3rd, Turkelson CM, Wies JL, McGowan R. American Academy of Orthopaedic Surgeons Clinical Practice Guideline on diagnosis of carpal tunnel syndrome. *J Bone Joint Surg Am.* 2009 Oct;91(10):2478-9. doi: [10.2106/JBJS.I.00643](https://doi.org/10.2106/JBJS.I.00643). PMID: 19797585; PMCID: PMC7000128.
 11. Tiong, W.H.C., Ismael, T. & Regan, P.J. Two rare causes of carpal tunnel syndrome. *Ir J Med Sci* 174 (Suppl 1), 70 (2005). doi: [10.1007/BF03170208](https://doi.org/10.1007/BF03170208)
 12. Conceição I, González-Duarte A, Obici L, Schmidt HH, Simoneau D, Ong ML, Amass L. "Red-flag" symptom clusters in transthyretin familial amyloid polyneuropathy. *J Peripher Nerv Syst.* 2016 Mar;21(1):5-9. doi: [10.1111/jns.12153](https://doi.org/10.1111/jns.12153). PMID: 26663427; PMCID: PMC4788142.
 13. Stevens JC, Beard CM, O'Fallon WM, Kurland LT. Conditions associated with carpal tunnel syndrome. *Mayo Clin Proc.* 1992 Jun;67(6):541-8. doi: [10.1016/s0025-6196\(12\)60461-3](https://doi.org/10.1016/s0025-6196(12)60461-3). PMID: 1434881.
 14. Ng AWH, Griffith JF, Tong CSL, Law EKC, Tse WL, Wong CWY, Ho PC. MRI criteria for diagnosis and predicting severity of carpal tunnel syndrome. *Skeletal Radiol.* 2020 Mar;49(3):397-405. doi: [10.1007/s00256-019-03291-0](https://doi.org/10.1007/s00256-019-03291-0). Epub 2019 Aug 9. PMID: 31396669.
 15. Uchiyama S, Itsubo T, Yasutomi T, Nakagawa H, Kamimura M, Kato H. Quantitative MRI of the wrist and nerve conduction studies in patients with idiopathic carpal tunnel syndrome. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2005 Aug;76(8):1103-8. doi: [10.1136/jnnp.2004.051060](https://doi.org/10.1136/jnnp.2004.051060). PMID: 16024888; PMCID: PMC1739757.
 16. Ertem DH, Sirin TC, Yilmaz I. Electrophysiological responsiveness and clinical outcomes of local corticosteroid injection in the treatment of carpal tunnel syndrome. *Arq Neuropsiquiatr.* 2019 Sep 23;77(9):638-645. doi: [10.1590/0004-282X20190106](https://doi.org/10.1590/0004-282X20190106). PMID: 31553394.
 17. Sonoo M, Menkes DL, Bland JDP, Burke D. Nerve conduction studies and EMG in carpal tunnel syndrome: Do they add value? *Clin Neurophysiol Pract.* 2018 Apr 5;3:78-88. doi: [10.1016/j.cnp.2018.02.005](https://doi.org/10.1016/j.cnp.2018.02.005). PMID: 30215013; PMCID: PMC6133914.
 18. Ibrahim I, Khan WS, Goddard N, Smitham P. Carpal tunnel syndrome: a review of the recent literature. *Open Orthop J.* 2012;6:69-76. doi: [10.2174/1874325001206010069](https://doi.org/10.2174/1874325001206010069). Epub 2012 Feb 23. PMID: 22470412; PMCID: PMC3314870.
 19. Tirotta I, Dichiarante V, Pigliacelli C, Cavallo G, Terraneo G, Bombelli FB, Metrangolo P, Resnati G.

- Radiology and Nuclear Medicine. 2017;48(1):201-6.
34. Park JS, Won HC, Oh JY, Kim DH, Hwang SC, Yoo JI. Value of cross-sectional area of median nerve by MRI in carpal tunnel syndrome. *Asian J Surg.* 2020 Jun;43(6):654-659. doi: [10.1016/j.asjsur.2019.08.001](https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2019.08.001). Epub 2019 Aug 28. PMID: 31473048.
 35. Ng AWH, Griffith JF, Ng ISH. MRI of carpal tunnel syndrome: before and after carpal tunnel release. *Clinical Radiology.* 2021;76(12):940.e29-.e35.
 36. Koh SH, Kwon BC, Park C, Hwang SY, Lee JW, Kim SS. A comparison of the performance of anatomical MRI and DTI in diagnosing carpal tunnel syndrome. *Eur J Radiol.* 2014 Nov;83(11):2065-73. doi: [10.1016/j.ejrad.2014.08.007](https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2014.08.007). Epub 2014 Aug 19. PMID: 25193779.
 37. Alkaphoury MG, Dola EF. Ultrasound and magnetic resonance imaging neurography assessment of diagnostic criteria in patients with carpal tunnel syndrome using electrophysiological tests as gold standard: A prospective study. *SAGE Open Med.* 2023 Dec 29;12:20503121231218889. doi: [10.1177/20503121231218889](https://doi.org/10.1177/20503121231218889). PMID: 38162910; PMCID: PMC10757434.
 30. Jablecki CK, Andary MT, Floeter MK, Miller RG, Quartly CA, Vennix MJ, Wilson JR; American Association of Electrodiagnostic Medicine; American Academy of Neurology; American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. Practice parameter: Electrodiagnostic studies in carpal tunnel syndrome [RETIRED]. Report of the American Association of Electrodiagnostic Medicine, American Academy of Neurology, and the American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. *Neurology.* 2002 Jun 11;58(11):1589-92. doi: [10.1212/wnl.58.11.1589](https://doi.org/10.1212/wnl.58.11.1589). PMID: 12058083.
 31. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA.* 2013 Nov 27;310(20):2191-4. doi: [10.1001/jama.2013.281053](https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053). PMID: 24141714.
 32. Bagga B, Sinha A, Khandelwal N, Modi M, Ahuja CK, Sharma R. Comparison of Magnetic Resonance Imaging and Ultrasonography in Diagnosing and Grading Carpal Tunnel Syndrome: A Prospective Study. *Curr Probl Diagn Radiol.* 2020 Mar-Apr;49(2):102-115. doi: [10.1067/j.cpradiol.2019.04.004](https://doi.org/10.1067/j.cpradiol.2019.04.004). Epub 2019 Apr 10. PMID: 31126663.
 33. Allam MFAB, Ibrahiem MA, Allam AFAB. The value of quantitative MRI using 1.5 T magnet in diagnosis of carpal tunnel syndrome. *The Egyptian Journal of*

رویکردهای درمان نوآورانه برای آرتروز زانو: از تزریق داخل مفصلی تا جراحی‌های بازسازی غضروف

(مقاله مروری)

چکیده

استئوآرتروز زانو (KOA) یک اختلال مفصلی دژنراتیو شایع است، به ویژه در میان افراد بالای ۵۰ سال، و شیوع بیشتر در زنان، افراد چاق و افراد دارای آسیب‌های مفصلی قبلی. استراتژی‌های درمانی فعلی در مرحله اول بر کنترل علائم تمرکز دارند، که بر نیاز فوری به درمان‌های مؤثرتر و اصلاح‌کننده بیماری تأکید می‌کند. پیشرفت‌های اخیر در هر دو روش غیرجراحی و جراحی، گزینه‌های بازسازی امیدوارکننده‌ای را معرفی کرده‌اند. درمان‌هایی مانند پلاسمای غنی از پلاکت (PRP) و سلول‌های بنیادی مزانشیمی (MSCs) پتانسیل کاهش التهاب و ترویج بازسازی غضروف، به ویژه در مراحل اولیه استئوآرتروز را نشان داده‌اند. در مقابل، تزریق اسید هیالورونیک داخل مفصلی (HA) فقط تسکین موقت علائم را فراهم می‌کند و اثربخشی طولانی مدت محدودی را نشان می‌دهد. برای موارد پیشرفته، مداخلات جراحی از جمله کاشت کندروسیت اتولوگ (ACI) و آرتروپلاستی زانو (TKA) گزینه‌های مناسبی هستند، اگرچه با خطرات و عوارض خاصی همراه هستند. رویکردهای درمانی شخصی‌سازی شده بر اساس شدت بیماری، پیشرفت و عوامل خاص بیمار احتمالاً نتایج بهینه‌ای را به همراه خواهند داشت. مسیرهای آینده در مدیریت آرتروز زانو ممکن است شامل سلول‌های بنیادی مزانشیمی ویرایش‌شده ژنتیکی، ایمپلنت‌های هوشمند و ادغام یادگیری ماشینی برای افزایش دقت درمانی و موفقیت بلندمدت باشد.

واژگان کلیدی: آرتروز زانو، پزشکی بازساختی، سلول‌های بنیادی مزانشیمی، پلاسمای غنی از پلاکت، اسید هیالورونیک

پذیرش مقاله: ۴۲ روز قبل از چاپ

دکتر فرشاد شایان‌مهر^۱، زهرا جداری محمدپور^۲، انیس رنجبرزاد حق^۳، دکتر اصغر علمی

مقدمه

استئوآرتروز (OA) نوعی بیماری مفصلی مزمن و تخریبی گسترده است که به طور قابل توجهی باعث درد و ناتوانی میلیون‌ها نفر در سراسر جهان می‌شود. این بیماری عمدتاً با تخریب غضروف مفصلی، تشکیل استئوفیت‌ها، بازسازی استخوان زیرغضروفی و التهاب غشای سینوویال مشخص می‌شود. استئوآرتروز یا OA وضعیتی ناهمگن است که تمام عناصر مفصل را تحت تأثیر قرار می‌دهد.^(۱)

بر اساس متاآنالیزهایی که کویی (Cui) و همکاران (2022) انجام دادند، شیوع بین‌المللی استئوآرتروز زانو در افراد ۵۰ سال و بالاتر بین ۱۴ درصد تا ۳۸ درصد برآورد شده است. بروز این بیماری با افزایش سن بیشتر می‌شود و در زنان در مقایسه با مردان به طور قابل توجهی بیشتر است، به طوری که نسبت شیوع تقریباً ۱/۶۹ است. عوامل مؤثر در این اختلاف شامل چاقی (اندازه‌گیری شده با شاخص توده‌ی بدنی یا BMI) افزایش سن و احتمالاً پیش‌زمینه‌ی ژنتیکی است که باعث تفاوت در بروز بیماری در جمعیت‌های مختلف می‌شود.^(۲)

درد استئوآرتروز زانو کیفیت زندگی بیماران را به طور منفی تحت تأثیر قرار می‌دهد و هزینه‌های قابل توجهی را برای سیستم‌های بهداشتی به صورت مستقیم و غیرمستقیم از طریق کاهش بهره‌وری کاری و بازنشستگی زودهنگام به وجود می‌آورد.^(۳) درمان‌های رایج استئوآرتروز زانو (KOA) بر کاهش درد و بهبود عملکرد متمرکز هستند و شامل تزریق کورتیکواستروئیدها، داروهای ضد التهاب غیراستروئیدی (NSAIDs) و فیزیوتراپی می‌شوند. با این حال، این درمان‌ها به طور مؤثر از تخریب غضروف جلوگیری نمی‌کنند و ساختار مفصل را ترمیم نمی‌کنند.^(۴،۵)

۱. بخش جراحی ارتوپدی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
۲. مرکز تحقیقات ایمونولوژی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
۳. بیمارستان شهید، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران

نویسنده‌ی مسئول:

دکتر اصغر علمی

Email address:
Elmimail@yahoo.com

پاتوفیزیولوژی استئوآرتریت زانو

ترکیبی از فشار مکانیکی، التهاب و اختلال متابولیک باعث ایجاد استئوآرتریت زانو (KOA) می‌شود.^(۱۸-۲۰) تخریب تدریجی غضروف عمدتاً به دلیل عدم تعادل بین فعالیت‌های آنابولیک (ساخت) و کاتابولیک (تجزیه) در محیط مفصل رخ می‌دهد. این عدم تعادل تحت تأثیر سطوح بالای سایتوکین‌های پیش‌التهابی مانند اینترلوکین- 1β (IL- 1β) و فاکتور نکروز تومور آلفا (TNF- α) و همچنین آنزیم‌های تجزیه‌کننده‌ی ماتریکس مانند ماتریکس متالوپروتئیناز-۱۳ (MMP-13) و ADAMTS-5 قرار دارد.^(۱۸-۲۱)



شکل ۱: سازوکار عملکرد درمان‌های نوآورانه‌ی استئوآرتریت زانو نشان‌دهنده‌ی نقش‌های PRP (آزادسازی فاکتورهای رشد)، MSC (تمایز کندروسیت‌ها)، ACI (تشکیل غضروف هیالین)، HA (روان‌کاری) و TKA (تعویض مفصل) در مقابله با نازک شدن غضروف، التهاب سینوویال و تغییرات استخوان زیر غضروفی

التهاب سینوویال و اسکروز استخوان زیر غضروفی به تخریب مفصل کمک می‌کنند و چرخه‌ای مخرب و خودتداوم به وجود می‌آورند.^(۲۱-۲۲) چندین عامل خطر پیشرفت بیماری را تشدید می‌کنند: پیری که عملکرد کندروسیت‌ها را مختل می‌کند؛ چاقی که باعث بار مکانیکی بیش از حد و افزایش التهاب ناشی از آدیپوکین‌ها می‌شود و آسیب‌های قبلی مفصل که بیومکانیک طبیعی را مختل می‌کنند.^(۲۳، ۲۴)

عوامل ژنتیکی، مانند پلی‌مورفیسم‌های ژن COL2A1، حساسیت به آسیب غضروف را افزایش می‌دهند.^(۲۵) درک جامع این سازوکارها برای توسعه‌ی درمان‌های هدفمند، که به آسیب ساختاری مفصل می‌پردازند و نه فقط کاهش علائم، حیاتی است.^(۲۶) شکل ۱ نقش برخی درمان‌های نوآورانه در ترمیم غضروف و بازسازی مفصل را نشان می‌دهد.

رویکردهای درمانی غیرجراحی

پلاسمای غنی از پلاکت (PRP)

پلاسمای غنی از پلاکت (PRP) نوعی فرآورده‌ی خونی اتولوگ است که با پلاکت‌ها تغلیظ شده است. این پلاکت‌ها انواع مختلفی از مولکول‌های بیواکتیو از جمله فاکتور رشد مشتق از پلاکت (PDGF) فاکتور رشد تحول‌دهنده‌ی بتا (TGF- β) و فاکتور رشد اندوتلیال عروقی (VEGF) را

استفاده‌ی طولانی‌مدت از داروهای ضد التهاب غیراستروئیدی (NSAIDs) می‌تواند به افزایش خطر خون‌ریزی گوارشی و مشکلات قلبی عروقی منجر شود.^(۶، ۷) در سال‌های اخیر، پیشرفت‌های ایجادشده در پزشکی بازساختی و تکنیک‌های جراحی به توسعه‌ی درمان‌های نوآورانه‌ای منجر شده است که هدف آن‌ها کاهش علائم و تقویت ترمیم ساختاری مفاصل است. یکی از این درمان‌ها پلاسمای غنی از پلاکت (PRP) است که در کنترل درد و التهاب نویدبخش بوده است. با این حال، اثربخشی آن می‌تواند بسته به روش‌های مورد استفاده در تهیه‌ی آن متفاوت باشد.^(۸، ۹)

درمان با سلول‌های بنیادی مزانشیمی (MSC) نیز برای توانایی بالقوه‌ی آن در بازسازی غضروف و بهبود عملکرد مفصل، به ویژه در موارد متوسط استئوآرتریت زانو، مورد بررسی قرار گرفته است.^(۱۰، ۱۱) تزریق‌های اسید هیالورونیک (HA) برای کاهش موقت درد و بهبود عملکرد مفصل استفاده می‌شوند، اگرچه اثرات آن‌ها اغلب کوتاه‌مدت است.^(۱۲، ۱۳) ایمپلنتاسیون اتولوگ کندروسیت (ACI) عمدتاً برای درمان نقایص خاص غضروف استفاده می‌شود و نه برای استئوآرتریت گسترده، و بهبود محدودی در علائم نشان داده است.^(۱۴)

آرتروپلاستی کامل زانو (TKA) گزینه‌ای قابل قبول برای استئوآرتریت شدید زانو است که کاهش قابل توجه درد و بهبود عملکرد را فراهم می‌کند، اگرچه با خطر بروز عوارض همراه است.^(۱۵، ۱۶) درمان‌های نوآورانه غیرجراحی نیز در این مطالعه‌ی مروری برای بررسی نتایج بالینی و پروفایل ایمنی آن‌ها ارزیابی شده‌اند. البته، تحقیقات بیشتر برای بهبود این درمان‌ها و تعیین اثربخشی بلندمدت آن‌ها حیاتی است.^(۱۷)

مواد و روش‌ها

جست‌وجویی جامع در پایگاه‌های PubMed و Google Scholar انجام شد تا مقالات مروری و تحقیقاتی اخیر مرتبط با مدیریت استئوآرتریت زانو (KOA) شناسایی شوند. علاوه بر این، داده‌های کارآزمایی‌های بالینی از ClinicalTrials.gov استخراج شد تا تحلیل مقایسه‌ای را پشتیبانی کند. جست‌وجو بر مداخلات غیرجراحی شامل PRP، سلول‌های بنیادی مزانشیمی (MSCs) و اسید هیالورونیک (HA) و همچنین روش‌های جراحی مانند ایمپلنتاسیون اتولوگ کندروسیت (ACI) و آرتروپلاستی کامل زانو (TKA) متمرکز بود.

کلیدواژه‌های استفاده‌شده شامل موارد زیر بودند: استئوآرتریت زانو، پزشکی بازساختی، پلاسمای غنی از پلاکت، سلول‌های بنیادی مزانشیمی، اسید هیالورونیک، آرتروپلاستی کامل زانو. تمامی رکوردهای تکراری حذف شدند. معیارهای ورود و خروج اعمال شد تا انتخاب مطالعات با کیفیت بالا و منحصر به فرد تضمین شود. فقط نشریات انگلیسی‌زبان با دسترسی به متن کامل برای تحلیل در نظر گرفته شدند.

ضروری در یک پروتکل استاندارد PRP را مشخص می‌کنند.^(۳۴) یکی از محدودیت‌های مهم تکنیک‌های مبتنی بر تزریق «مدت زمان محدود دوز کافی دارو در داخل مفصل» است که برای دستیابی به اثرات درمانی پایدار لازم است. برای غلبه بر این چالش، چندین رویکرد نانوفناوری نوین و نانوحامل‌ها توسعه یافته‌اند و در حال حاضر مورد بررسی قرار دارند.^(۳۵)

اگرچه تزریق‌های PRP ممکن است تأثیر مثبتی در برخی نواحی زانو داشته باشند، عوارض آن‌ها در مناطقی که بیشترین آسیب ناشی از استئوآرتریت داخلی را دارند محدود به نظر می‌رسد. این موضوع نشان می‌دهد که قابلیت درمانی PRP برای بازسازی غضروف در استئوآرتریت زانو ممکن است به بررسی‌های بیشتری نیاز داشته باشد تا درک جامع‌تری از اثربخشی واقعی و کاربرد بهینه‌ی آن به دست آید.^(۳۶)

درمان با سلول‌های بنیادی مزانشیمی (MSC)

سلول‌های بنیادی مزانشیمی (MSCs)، که از مغز استخوان، بافت چربی یا بند ناف به دست می‌آیند، توانایی‌های قوی ایمنی‌تنظیم‌کننده، ضدالتهابی و بازسازی‌کننده‌ای دارند.^(۳۷، ۳۸) این سلول‌ها با تمایز به کندروسیت‌ها، ترشح عوامل تروفیک مانند فاکتور رشد شبه انسولین-1 (IGF-1) و فاکتور تبدیل‌کننده رشد بتا (TGF- β) و تنظیم محیط التهابی از طریق واسطه‌هایی مانند اینترلوکین-10 (IL-10) و پروستاگلاندین E2 (PGE2)، به ترمیم غضروف کمک می‌کنند.^(۳۹، ۴۰) سلول‌های بنیادی مزانشیمی مشتق از مغز استخوان (BM-MSCs) به دلیل ظرفیت بالای تکثیر و توانایی تمایز به کندروسیت‌ها به‌طور گسترده بررسی شده‌اند.^(۴۱)

سهولت برداشت آن‌ها از مغز استخوان اتولوگ آن‌ها را از سایر منابع MSC گزینه‌ای مقرون به صرفه‌تر می‌سازد. شواهد بالینی نشان می‌دهند که هم تزریق داخل مفصلی و هم کاشت جراحی BM-MSCs نتایج مطلوبی در بیماران مبتلا به استئوآرتریت زانو (KOA) ایجاد می‌کنند.^(۴۲، ۴۱)

با این حال، محدودیت‌هایی شامل ناراحتی محل اهدا، نسبت کم سلول‌های قابل‌بازیابی (۰/۰۰۱٪ سلول‌های هسته‌دار مغز استخوان) و کاهش پتانسیل تمایز با افزایش سن اهداکننده وجود دارند.^(۴۳) آسیب‌راسیون مغز استخوان از تاج خاصره‌ی قدامی یا خلفی، که تحت بی‌حسی موضعی با هدایت اولتراسونوگرافی یا فلوروسکوپی انجام می‌شود، می‌تواند دقت و کارایی روش را افزایش دهد.^(۴۴)

مطالعه‌ی مروری نظام‌مند و متاآنالیز شامل ۱۵ کارآزمایی کنترل‌شده‌ی تصادفی و چهار مطالعه‌ی مشاهده‌ای، با مجموع ۵۸۴ بیمار مبتلا به استئوآرتریت زانو (KOA) نشان داد که بهبودهای آماری قابل‌توجهی در درد (VAS) و عملکرد مفصل (نمرات WOMAC) در ۶ تا ۱۲ ماه پس از مداخله رخ داده است ($P < 0/001$). مهم این است که هیچ تفاوت قابل‌توجهی در نرخ عوارض جانبی بین گروه‌های درمان‌شده با MSC و گروه‌های کنترل مشاهده نشد ($p > 0/05$) که این امر نشان‌دهنده‌ی پروفایل ایمنی مطلوب است.^(۴۵، ۴۶)

آزاد می‌کنند.^(۳۷) این فاکتورهای رشد تکثیر کندروسیت‌ها را تحریک می‌کنند، سنتز ماتریکس خارج‌سلولی (ECM) را افزایش می‌دهند و عوارض ضدالتهابی فراهم می‌کنند و بدین ترتیب به ترمیم غضروف و حفظ هموستاز مفصل کمک می‌کنند.^(۳۸)

یک متاآنالیز نشان داد که PRP نتایج بالینی بیماران با درجات کالگرن-لارنس II تا III را به‌طور معنی‌داری در مقایسه با تزریق‌های HA، که طی چند ماه انجام شده بود، بهبود می‌بخشد. PRP بیشترین تأثیر را در مراحل اولیه تا متوسط استئوآرتریت زانو دارد، زمانی که آسیب غضروف ممکن است هنوز قابل‌برگشت باشد.^(۳۹) اگرچه تزریق‌های PRP به‌طور کلی ایمن در نظر گرفته می‌شوند، خطرات موقت شامل درد خفیف، تورم، کبودی، قرمزی و تحریک پوست در محل تزریق وجود دارد. عفونت‌های مفصلی که عارضه‌ای ترسناک هستند، ممکن است در صورت عدم رعایت دقیق روش‌های استریل رخ دهند.

به ندرت، واکنش‌های آلرژیک ممکن است اتفاق بیفتد، به‌ویژه در افرادی که سابقه‌ی حساسیت به فرآورده‌های خونی دارند. برخی عوارض جدی‌تر، مانند آسیب عصبی یا بافتی، ممکن است به ندرت بر اثر قرارگیری نادرست سوزن یا تکنیک‌های ضعیف تزریق رخ دهند و باعث بی‌حسی، ضعف یا آسیب بافتی شوند. برای کاهش این خطرات می‌توان از تکنیک‌های هدایت تصویری استفاده کرد و به پروتکل‌های تثبیت‌شده پایبند بود تا اطمینان حاصل شود که تزریق‌ها به‌طور دقیق و ایمن انجام می‌شوند.^(۴۰)

مطالعه‌ی مروری نظام‌مند و متاآنالیز شامل ۲۶ کارآزمایی کنترل‌شده‌ی تصادفی با ۱۶۵۰ زانو طبق مقیاس‌های WOMAC و VAS نشان داد که نتایج بالینی PRP در مقایسه با HA در پیگیری‌های ۶ و ۱۲ ماهه به‌طور قابل‌توجهی بهبود یافته است. مزیت درمانی PRP زمانی بیشترین اثر را داشت که غلظت پلاکت‌ها بین ۷۵۰ هزار تا ۱ میلیون ۲۵۰ هزار پلاکت/ μL بود.

این نتایج که شواهد سطح ۱ را آشکار می‌سازد، نشان می‌دهد که PRP ممکن است یک گزینه‌ی درمانی میان‌مدت مؤثرتر برای استئوآرتریت زانو در مقایسه با HA باشد. با این حال، ناهمگنی در روش‌های تهیه‌ی PRP باید هنگام تفسیر داده‌ها مد نظر قرار گیرد.^(۳۱) رئیس سادات (Raeissadat) و همکاران PRP را به‌عنوان گزینه‌ی ترجیحی در استئوآرتریت زانوی متوسط، با توجه به صرفه‌جویی در هزینه و کارایی آن، پیشنهاد کرده‌اند.^(۳۲)

مطالعه‌ی مروری نظام‌مندی که چاهلا (Chahla) و همکاران^(۳۳) درباره‌ی پروتکل‌های تهیه و ترکیب PRP انجام دادند نشان داد که فقط ۱۰ درصد از مطالعات توضیح مفصلی از فرایند تهیه‌ی PRP ارائه کرده‌اند، درحالی‌که فقط ۱۶ درصد به ترکیب آن پرداخته‌اند. این نویسندگان نتیجه گرفتند که عدم استانداردسازی توانایی مقایسه‌ی مؤثر بین محصولات PRP را محدود می‌کند و به شدت بر ضرورت درج پروتکل‌های جامع و مرحله‌به‌مرحله در مطالعات آینده تأکید کردند. دورات (Dhurat) و سوکش (Sukesh) نیز توصیه‌های ارزشمندی ارائه کرده‌اند که اجزای

نتایج بالینی امیدوارکننده، درمان با MSC هنوز با چالش‌هایی روبه‌رو است، از جمله نتایج ناپایدار، روش‌ها و دوزهای متغیر تجویز، بقای محدود سلول‌ها در محل تزریق و خطر استخوان‌زایی غیرطبیعی. انجام آزمایش‌های کنترل‌شده‌ی تصادفی در مقیاس بزرگ‌تر برای بهبود پروتکل‌ها و تأیید اثربخشی بلندمدت ضروری است.^(۴۸، ۴۷)

تزریق هیالورونیک اسید (HA)

HA نوعی گلیکوز‌آمینوگلیکان طبیعی است که در مایع سینوویال زانو یافت می‌شود و نقش حیاتی در روان‌کاری مفصل و محافظت از غضروف در برابر سایش مکانیکی دارد. در زانوهای مبتلا به استئوآرتریت، سطح HA کاهش می‌یابد که باعث اختلال در روان‌کاری، کاهش جذب شوک و در نتیجه افزایش درد و محدودیت حرکت می‌شود.^(۵۰، ۵۱)

تحویل داخل مفصلی BM-MSCs بهبودهای قابل‌توجهی در کاهش درد، عملکرد مفصل و کیفیت زندگی بیماران مبتلا به KOA، به ویژه در درجات II-III استئوآرتریت زانوی کالگرن-لاورنس، نشان داده است. بهترین نتایج بالینی معمولاً با دوز متوسط حدود 40×10^6 سلول به دست آمده است. در مقابل، بیماران با KOA پیشرفته (درجه‌ی IV) تنها مزایای بالینی محدودی را به دست آوردند، که این امر بر تأثیر مرحله‌ی بیماری در اثربخشی درمان تأکید می‌کند.^(۴۸، ۴۷)

یافته‌ها نشان می‌دهند که PRP ممکن است مزایای کوتاه‌مدت کمی برتر از درمان با سلول‌های بنیادی مزانشیمی (MSC) ارائه دهد. با این حال، تعداد محدود مطالعات و احتمال وجود سوگیری‌ها نیاز به انجام آزمایش‌های بالینی بزرگ‌تر و با کیفیت بالا را برجسته می‌کند.^(۴۹) با وجود

جدول ۱: خلاصه‌ای از مطالعات تصادفی کنترل‌شده‌ی کلیدی در مورد درمان‌های غیرجراحی و جراحی استئوآرتریت زانو

درمان	تعداد شرکت‌کنندگان	وضعیت/ KL	مداخله	پیامدهای اثربخشی اصلی	ایمنی	پیگیری	ClinicalTrials.gov ID
PRP	۵۲	KL ۱-۳	سه تزریق داخل مفصلی هفتگی (۴ میلی‌لیتر، LP-PRP)	VAS ۱44; WOMAC 3.0; IKDC 65.5	بدون عوارض جانبی	یک سال	NCT02588872
HA	۵۹	KL ۱-۳	سه تزریق داخل مفصلی هفتگی (۲ میلی‌لیتر HA)	VAS 57; WOMAC 4.0; IKDC 55.8	بدون عوارض جانبی	یک سال	NCT02588872
QS-TKA	۴۵	مشخص نشده	TKA با حفظ عضله‌ی چهارسر	Better HSS recovery vs MIS-TKA	بدون عوارض جانبی	شش ماه	NCT02160977
MSCs آلوزنیک	۱۵	KOA	تزریق داخل مفصلی ۴۰ میلیون سلول MSC اهداکننده	WOMAC -13; VAS -21; SF-12 \uparrow 21	بدون عوارض جدی	یک سال	NCT01586312
ACI-C	۲۱	مشخص نشده	ACI مبتنی بر کلاژن	KOOS +10; Lysholm +17; VAS -19	بدون عوارض جدی	دو سال	NCT01458782
TKA به روش سنتی	۲۲	مشخص نشده	TKA به روش سنتی	Similar to Min-TKA	بدون عوارض جدی	دوازده هفته	NCT00710840

می‌شود.^(۵۲) این تغییرات به‌طور منفی خواص ویسکوالاستیک مایع سینوویال را تحت تأثیر قرار می‌دهد که باعث افزایش بار مکانیکی روی غضروف مفصلی و تسریع تحلیل مفصل می‌شود.^(۵۴)

مطالعه‌ی مروری نظام‌مند بر روی کارآزمایی‌های کنترل‌شده‌ی تصادفی با مجموع ۳۸۵۱ شرکت‌کننده، که اثربخشی درمانی تزریق‌های داخل مفصلی HA را با دارونما در بیماران مبتلا به استئوآرتریت زانو مقایسه کرده بود، نشان داد که در بازه‌ی ۲ تا ۴ هفته، بهبود قابل‌توجهی در زیرمقیاس‌های درد و سفتی WOMAC در گروه دریافت‌کنندگان HA مشاهده شد.^(۵۴) ارزیابی‌های بعدی، که ۵ تا ۸ هفته پس از درمان اولیه انجام شد، کاهش چشمگیر درد در حالت استراحت را نشان داد که به نفع درمان HA بود. این یافته‌ها نشان می‌دهد که تجویز داخل مفصلی

تزریق‌های داخل مفصلی HA می‌توانند این عملکردها را بازگردانند و علائم را برای چند ماه تسکین دهند؛ با این حال، اثربخشی آن‌ها، به دلیل تجزیه‌ی سریع، محدود است، هیدروژل‌های نوین مبتنی بر HA با پایداری بیشتر توسعه یافته‌اند تا نتایج درمانی را بهبود ببخشند و پیشرفت استئوآرتریت را کند کنند. اگرچه HA به‌طور کلی ایمن است، نتایج بالینی متفاوت است و ترکیب HA با PRP اثرات برتری نشان داده است.^(۵۰) HA با وزن مولکولی بالا تولید می‌شود، اما به تدریج در محیط مفصل توسط آنزیم‌ها تجزیه می‌شود و اندازه‌ی مولکولی آن کاهش می‌یابد.^(۵۲)

در زانوهای استئوآرتریتی، تنظیم نامناسب سنتز، تجزیه و پاک‌سازی HA به کاهش هم‌زمان غلظت و وزن مولکولی HA در مایع سینوویال منجر

با وجود این پیشرفت‌ها، چندین محدودیت باقی مانده است. یکی از چالش‌های کلیدی، از دست دادن تمایز سلولی کاندروسیت‌ها در طول توسعه در محیط آزمایشگاهی است که توانایی بازسازی غضروف شبیه به هیالین را کاهش می‌دهد.^(۵۶) شواهد اخیر نشان می‌دهند که کندرون‌ها - که به عنوان کاندروسیت‌ها همراه با ماتریکس پیرامونی شان تعریف شده‌اند - قابلیت بازسازی برتری دارند. با این حال، بازدهی کم آن‌ها استفاده‌ی بالینی گسترده را محدود می‌کند.^(۶۵)

تحقیقات بالینی جاری در حال بررسی راهبردهایی نوین مانند تجمعات کروی کاندروسیت‌های توسعه‌یافته همراه با ماتریکس خارج‌سلولی طبیعی آن‌ها (Spherex) هستند که در حال حاضر برای ضایعاتی به اندازه‌ی ۴ تا ۱۰ سانتی‌متر مربع بررسی می‌شوند. با وجود اینکه این بررسی‌ها امیدوارکننده هستند، داده‌های قطعی از این آزمایش هنوز در دسترس نیست.^(۶۶)

در حالی که ACI هنوز برای درمان OA تأیید نشده است، پیشرفت‌های جاری در مهندسی بافت و پزشکی بازساختی نشان می‌دهند که می‌توان آن را به بیماری‌های مفصلی دژنراتیو به عنوان جایگزینی بالقوه برای آرتروپلاستی به‌طور گسترده‌ای استفاده کرد.^(۵۶) فناوری‌های ویرایش ژن مانند CRISPR-Cas9 به عنوان مکمل‌های بالقوه برای تقویت عملکرد بازسازی کاندروسیت‌ها ظهور کرده‌اند.^(۶۷) فراتر از ترمیم غضروف، رویکردهای مبتنی بر CRISPR ممکن است در OA نیز برای کاهش فعالیت کاتابولیک پس از بازگردانی سلول‌ها به کار گرفته شوند.^(۶۸، ۶۹)

آرتروپلاستی کامل زانو (TKA)

آرتروپلاستی کامل زانو درمان جراحی استاندارد برای بیماران مبتلا به استئوآرتروز زانو در مراحل پیشرفته است و به عنوان گزینه‌ی نهایی درمانی برای تحلیل شدید مفصل در نظر گرفته می‌شود.^(۷۰) در حالی که این روش از نظر بالینی در کاهش علائم و بهبود عملکرد مفصل مؤثر است، با برخی عوارض نیز همراه است، مانند عفونت مفصل پری‌پروستتیک، لق شدن ایمپلنت و شکستگی‌های پری‌پروستتیک.^(۷۱)

جراحی‌های بازنگری، که اغلب در چنین مواردی لازم می‌شوند، معمولاً هزینه‌ی بیشتر و نتایج کمتر مطلوبی در مقایسه با اقدامات اولیه دارند. با وجود پیشرفت در تکنیک‌های جراحی و طراحی پروتز، گزارش‌ها نشان می‌دهند که حدود ۲۰ درصد از بیماران پس از TKA رضایت کمتری دارند که این عدم رضایت ناشی از درد باقی‌مانده، محدودیت عملکرد، ناهماهنگی یا عوارض است. از آنجایی که پیش‌بینی عدم رضایت همچنان چالش‌برانگیز است، ترکیب عوامل خطر مختلف می‌تواند به ارائه‌ی مراقبت‌های فردی‌تر و بهبود رضایت کمک کند.^(۷۴)

با این حال، TKA به‌طور کلی نرخ رضایت بالایی دارد. مطالعه‌ای گزارش کرده است که ۹۶ درصد بیماران رضایت داشتند و ۸۶ درصد مایل بودند این جراحی تکرار شود که این امر تأثیر مثبت آن در کیفیت زندگی را نشان می‌دهد.^(۷۵) پیشرفت‌های تکنولوژیک به نتایج بهتر کمک کرده‌اند.

HA می‌تواند موجب تسکین درد کوتاه‌مدت و کافی برای استئوآرتروز زانو شود.^(۵۴)

روش‌های درمان جراحی

کاشت خودکار کاندروسیت (ACI)

اصل ACI شامل برداشت یک بیوپسی کوچک از غضروف سالم زانو، تکثیر کاندروسیت‌های جداشده به صورت خارج‌دینی و بازکاشت میلیون‌ها سلول کشت‌شده بر روی سطح مفصلی آسیب‌دیده به شکل پیوند است. به دلیل فقدان هرگونه کارآزمایی کنترل‌شده‌ی تصادفی (RCT)، ACI برای درمان روتین نقص‌های موضعی غضروف زانو در سال ۲۰۰۰ در NHS توصیه نشد.^(۵۴)

واحدهای عملکردی غضروف، یعنی کاندروسیت‌ها، نقش مرکزی در حفظ و ترمیم غضروف دارند و تشکیل لایه‌ای جدید از غضروف شبیه هیالین برای بازسازی سطح مفصل ایده‌ی پشت ACI است.^(۵۵) غضروف مفصلی عروق ندارد و ظرفیت محدودی برای ترمیم خود دارد. در حالی که از دست رفتن منفرد غضروف به عنوان نقص غضروفی تعریف می‌شود، از دست رفتن هم‌زمان غضروف و استخوان به عنوان نقص استئوکندرال شناخته می‌شود. با گذر زمان، سه نسل اصلی از ACI توسعه یافته‌اند:

نسل اول ACI: شامل کاشت کاندروسیت‌های کشت‌شده‌ی توسعه‌یافته زیر یک فلپ پریوستال است که با عوارضی مانند انقباض پریوستال، مشکلات محل اهداکننده و شکست پیوند به دلیل هیپرتروفی یا جداشدگی همراه است.^(۵۶، ۵۷) یکی از نقاط عطف مهم تجاری‌سازی Carticel® (Genzyme) بود که پروتکل‌های استاندارد برای توسعه و پردازش کاندروسیت‌ها را معرفی کرد.^(۵۶)

علاوه بر این، ایجاد تأسیسات مطابق با اصول تولید خوب (GMP) امکان ارزیابی طولی بافت ترمیمی را فراهم کرد، زمانی که تصویربرداری (MRI) و نشانگرهای بافت‌شناسی به عنوان پیش‌بینی‌کننده‌ی نتایج بالینی بلندمدت مطرح شدند.^(۵۶، ۵۸) بررسی‌های بیشتر اجزای ماتریکس خارج‌سلولی (ECM) مانند کلاژن و گلیکوزآمینوگلیکان‌ها (GAGs) بیش‌تر عمیق‌تری در خصوص فرایندهای بیولوژیکی بازسازی بافت ارائه داد.^(۵۹، ۶۰)

نسل دوم ACI: برای غلبه بر محدودیت‌های مرتبط با فلپ پریوستال، یک غشای کلاژن نوع I/III مشتق از خوک (Geistlich, Chondro-Gide™) معرفی شد. این بهبود کاربری جراحی را ارتقا و عوارض محل اهداکننده را کاهش داد. با وجود نتایج بالینی برتر، بخشی از بیماران همچنان به مداخلات جراحی ثانویه نیاز داشتند.^(۶۱، ۶۲)

نسل سوم ACI (MACI™): ACI با کمک ماتریکس شامل جایگذاری کاندروسیت‌های اتولوگ درون داربستی زیست‌تخریب‌پذیر است. این روش کنترل بر توزیع سلول‌ها را بیشتر می‌کند و امکان ترمیم نقص‌های بزرگ‌تر را تسهیل می‌کند. این روش با نرخ پایین‌تر شکست پیوند در مقایسه با نسل‌های قبلی همراه بوده است.^(۶۳، ۶۴)

منافع بالینی بلندمدت و صرفه‌جویی هزینه‌ی این راهبردهای نوظهور انجام شود.^(۸۷، ۸۸)

روش‌های نوآورانه از جمله درمان‌های مبتنی بر میکرو RNA و توسعه‌ی سازه‌های غضروف مهندسی‌شده، در حال حاضر، برای مداخله‌ی زودهنگام در مدیریت بیماری در حال بررسی هستند.^(۸۹، ۹۰، ۹۱) علاوه بر این، الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای پیش‌بینی پاسخ‌های درمانی فردی در حال بررسی هستند و مسیرهای جدیدی برای مدیریت شخصی‌سازی شده استئوآرتریت زانو ارائه می‌دهند.^(۹۲)

نتیجه‌گیری

درحالی‌که این مطالعه‌ی مروری دانش و اطلاعات کنونی را جمع‌بندی کرده است و نویدبخش بودن درمان‌های بازساختی نوظهور و نوآوری‌های جراحی را برجسته می‌کند، بر نیاز به پروتکل‌های استاندارد شده، دوره‌های پیگیری طولانی‌تر و آزمایش‌های بالینی بی‌نقص‌تر برای تأیید ایمنی و اثربخشی بلندمدت این درمان‌ها نیز تأکید می‌کند.

یکپارچه‌سازی نتایج مبتنی بر بیمار و ارزیابی‌های اقتصادی بسیار مهم خواهد بود تا اطمینان حاصل شود که این پیشرفت‌ها به بهبودهای ملموس در مراقبت از بیمار و دسترسی به درمان منجر می‌شوند. پرداختن به این محدودیت‌ها مسیر را برای راهبردهای مدیریت شخصی‌سازی شده و مؤثرتر استئوآرتریت زانو هموار خواهد کرد.

تقدیر و تشکر

مایلم سیاست صمیمانه‌ی خود را از خانم انیس رنجبرزاد حق و خانم زهرا جداری محمدپور بابت ویرایش دقیق و بازبینی‌های دقیق و فکری این مقاله ابراز کنیم. مشارکت‌های ارزشمند آن‌ها در تصحیح محتوا و ارتقای کیفیت کلی این اثر بسیار موجب قدردانی است.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ تضاد منافی ندارند.

منابع

1. He Y, Li Z, Alexander PG, Ocasio-Nieves BD, Yocum L, Lin H, Tuan RS. Pathogenesis of Osteoarthritis: Risk Factors, Regulatory Pathways in Chondrocytes, and Experimental Models. *Biology* (Basel). 2020 Jul 29;9(8):194. doi: [10.3390/biology9080194](https://doi.org/10.3390/biology9080194). PMID: 32751156; PMCID: PMC7464998.
2. 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 Nov 26;29-30:100587. doi: [10.1016/j.eclinm.2020.100587](https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2020.100587). PMID: 34505846; PMCID: PMC7704420.
3. Castro-Dominguez F, Tibesku C, McAlindon T, Freitas R, Ivanavicius S, Kandaswamy P, Sears A,

ایمپلنت‌های هوشمند زانو مجهز به فتاوری حسگر، که امکان پایش بلادرنج بهبودی و عملکرد را فراهم می‌کنند، TKA با کمک ربات و دقت جراحی و تراز پروتز برتر احتمالاً به نتایج طولانی‌مدت بهتری منجر می‌شوند.^(۷۶، ۷۷) همچنین، این ایمپلنت‌ها به‌طور فزاینده‌ای در جمعیت بسیار مسن از جمله افراد ۹۰ ساله و بالاتر، مانند ۹۹ ساله‌ها و صد ساله‌ها، با نتایج قابل‌مقایسه با بیماران جوان‌تر استفاده می‌شود.^(۷۸)

باین‌حال، افرادی که سابقه‌ی آرتریت سپتیک دارند، در مقایسه با بیماران مبتلا به استئوآرتریت، در معرض خطر بیشتری برای عوارض پس از TKA هستند.^(۷۹) علاوه بر این، استفاده‌ی روزافزون از تکنیک‌های جراحی کم‌تهاجمی در TKA با کاهش آسیب بافت نرم و بهبود سریع‌تر بازبایی همراه است و جذابیت این روش را افزایش می‌دهد.^(۸۰)

ارزیابی مقایسه‌ای درمان‌های غیرجراحی و جراحی برای استئوآرتریت زانو

ارزیابی‌ای مقایسه‌ای از مداخلات مختلف برای KOA از جمله PRP، MSC، اسید هیالورونیک (HA)، ACI و TKA با استفاده از داده‌های استخراج‌شده از ClinicalTrials.gov انجام شد. اثربخشی، ایمنی و نتایج پیگیری برای هر درمان در جدول ۱ خلاصه شده است و شناسه‌های NCT مربوطه برای مرجع ارائه شده‌اند. این ارزیابی جامع مزایا و محدودیت‌های متفاوت رویکردهای غیرجراحی و جراحی را برجسته می‌کند و بینش مبتنی بر شواهد را برای انتخاب درمان شخصی‌سازی شده در اختیار پزشکان قرار می‌دهد.

جهت‌گیری‌های آینده

نوآوری‌ها قابلیت بهبود چشمگیر چشم‌انداز درمان استئوآرتریت زانو را دارند. با استانداردسازی فرمولاسیون‌های PRP از طریق پروتکل‌های پیشرفته سانتریفیوژ و استفاده از زیست‌مواد، کارایی درمانی می‌تواند به میزان قابل‌توجه ۱۵ تا ۲۰ درصد افزایش یابد.^(۸۱) شواهد همچنین نشان می‌دهد که بهینه‌سازی MSC با استفاده از راهبردهایی مانند ویرایش ژن به تمایز کندروژونیک کمک می‌کند.^(۸۲، ۸۳) ترکیب PRP و HA منافع بالینی قابل‌توجهی ارائه می‌دهد.^(۸۴)

پیشرفت در ACI، از جمله توسعه‌ی پلتفرم‌های بدون داربست و فتاوری‌های چاپ سه‌بعدی زیستی، با هدف کاهش هزینه‌های فرایند، درحالی‌که اثربخشی درمان حفظ می‌شود، انجام شده است.^(۸۵) در زمینه‌ی TKA، استفاده از ایمپلنت‌های هوشمند مجهز به حسگر می‌تواند نیاز به جراحی مجدد را به میزان ۱۰ تا ۱۵ درصد کاهش دهد. این امر از طریق نظارت بهتر بر بار وارد شده و تشخیص زودهنگام شکست ایمپلنت محقق می‌شود.

استفاده از پزشکی دقیق مبتنی بر نشانگر زیستی، به ویژه ارزیابی شاخص‌های مایع سینوویال مانند COMP و CTX-II می‌تواند انتخاب بیماران را بهبود بخشد و نتایج درمان را ۲۰ تا ۲۵ درصد بهینه کند.^(۸۶) باین‌حال، ضروری است که آزمایش‌های تصادفی بزرگ‌مقیاس برای تأیید

[10.21037/atm.2019.06.68](https://doi.org/10.21037/atm.2019.06.68). PMID: 31728369; PMCID: PMC6828999.

13. Amirsaadat S, Amirazad H, Hashemihesar R, Zarghami N. An update on the effect of intra-articular intervention strategies using nanomaterials in osteoarthritis: Possible clinical application. *Front Bioeng Biotechnol.* 2023 Feb 16;11:1128856. doi: [10.3389/fbioe.2023.1128856](https://doi.org/10.3389/fbioe.2023.1128856). PMID: 36873347; PMCID: PMC9978162.

14. Fuggle NR, Cooper C, Oreffo ROC, Price AJ, Kaux JF, Maheu E, Cutolo M, Honvo G, Conaghan PG, Berenbaum F, Branco J, Brandi ML, Cortet B, Veronesi N, Kurth AA, Matijevic R, Roth R, Pelletier JP, Martel-Pelletier J, Vlaskovska M, Thomas T, Lems WF, Al-Daghri N, Bruyère O, Rizzoli R, Kanis JA, Reginster JY. Alternative and complementary therapies in osteoarthritis and cartilage repair. *Aging Clin Exp Res.* 2020 Apr;32(4):547-560. doi: [10.1007/s40520-020-01515-1](https://doi.org/10.1007/s40520-020-01515-1). Epub 2020 Mar 13. PMID: 32170710; PMCID: PMC7170824.

15. Zhang Y, Chen X, Tong Y, Luo J, Bi Q. Development and Prospect of Intra-Articular Injection in the Treatment of Osteoarthritis: A Review. *J Pain Res.* 2020 Aug 4;13:1941-1955. doi: [10.2147/JPR.S260878](https://doi.org/10.2147/JPR.S260878). PMID: 32801850; PMCID: PMC7414982.

16. Charlesworth J, Fitzpatrick J, Perera NKP, Orchard J. Osteoarthritis- a systematic review of long-term safety implications for osteoarthritis of the knee. *BMC Musculoskelet Disord.* 2019 Apr 9;20(1):151. doi: [10.1186/s12891-019-2525-0](https://doi.org/10.1186/s12891-019-2525-0). PMID: 30961569; PMCID: PMC6454763.

17. Primorac D, Molnar V, Rod E, Jeleč Ž, Čukelj F, Matišić V, Vrdoljak T, Hudetz D, Hajsok H, Boric I. Knee Osteoarthritis: A Review of Pathogenesis and State-Of-The-Art Non-Operative Therapeutic Considerations. *Genes (Basel).* 2020 Jul 26;11(8):854. doi: <https://doi.org/10.3390/genes11080854>. PMID: 32722615; PMCID: PMC7464436.

18. Du J, Sun X, Ao L, Zhou X, Shi H, Yong Q, Zhang X, Guan T. Impact of Abnormal Mechanical Stress on Chondrocyte Death in Osteoarthritis. *Med Sci Monit.* 2025 Jun 10;31:e948290. doi: <https://doi.org/10.12659/MSM.948290>. PMID: 40493524; PMCID: PMC12166663.

19. Shumnalieva R, Kotov G, Monov S. Obesity-Related Knee Osteoarthritis-Current Concepts. *Life (Basel)* 2023;13(8):1650. doi: <https://doi.org/10.3390/life13081650>

20. Awan UN, Waraich RS, Nangrejo R, Noor SS, Siddiqui IA, Ikram K. RAGE signalling contributes to oxidative stress and inflammation in knee osteoarthritis patients with metabolic syndrome. *Clin Exp Rheumatol.* 2024 Nov;42(11):2258-2264. doi: <https://doi.org/10.55563/clinexprheumatol/t3mejo>. Epub 2024 Jul 15. PMID: 39008290.

21. Chen L, Zhang Z, Liu X. Role and Mechanism of Mechanical Load in the Homeostasis of the Subchondral Bone in Knee Osteoarthritis: A Comprehensive Review. *J Inflamm Res.* 2024 Nov 21;17:9359-9378. doi: <https://doi.org/10.2147/JIR.S492415>. PMID:

Latourte A. Literature Review to Understand the Burden and Current Non-surgical Management of Moderate-Severe Pain Associated with Knee Osteoarthritis. *Rheumatol Ther.* 2024 Dec;11(6):1457-1499. doi: [10.1007/s40744-024-00720-y](https://doi.org/10.1007/s40744-024-00720-y). Epub 2024 Oct 30. PMID: 39476083; PMCID: PMC11557795.

4. Siddiq MAB, Clegg D, Jansen TL, Rasker JJ. Emerging and New Treatment Options for Knee Osteoarthritis. *Curr Rheumatol Rev.* 2022;18(1):20-32. doi: [10.2174/157339711766621116111738](https://doi.org/10.2174/157339711766621116111738). PMID: 34784876.

5. Langworthy M, Dasa V, Spitzer AI. Knee osteoarthritis: disease burden, available treatments, and emerging options. *Ther Adv Musculoskelet Dis.* 2024 Sep 15;16:1759720X241273009. doi: [10.1177/1759720X241273009](https://doi.org/10.1177/1759720X241273009). PMID: 39290780; PMCID: PMC11406648.

6. Salis Z, Sainsbury A. Association of long-term use of non-steroidal anti-inflammatory drugs with knee osteoarthritis: a prospective multi-cohort study over 4-to-5 years. *Sci Rep.* 2024 Mar 19;14(1):6593. doi: [10.1038/s41598-024-56665-3](https://doi.org/10.1038/s41598-024-56665-3). PMID: 38504099; PMCID: PMC10950850.

7. da Costa BR, Pereira TV, Saadat P, Rudnicki M, Iskander SM, Bodmer NS, Bobos P, Gao L, Kiyomoto HD, Montezuma T, Almeida MO, Cheng PS, Hincapié CA, Hari R, Sutton AJ, Tugwell P, Hawker GA, Jüni P. Effectiveness and safety of non-steroidal anti-inflammatory drugs and opioid treatment for knee and hip osteoarthritis: network meta-analysis. *BMJ.* 2021 Oct 12;375:n2321. doi: [10.1136/bmj.n2321](https://doi.org/10.1136/bmj.n2321). PMID: 34642179; PMCID: PMC8506236.

8. Sánchez M, Anitua E, Delgado D, Sanchez P, Prado R, Goirieta JJ, Prosper F, Orive G, Padilla S. A new strategy to tackle severe knee osteoarthritis: Combination of intra-articular and intraosseous injections of Platelet Rich Plasma. *Expert Opin Biol Ther.* 2016;16(5):627-43. doi: [10.1517/14712598.2016.1157162](https://doi.org/10.1517/14712598.2016.1157162). Epub 2016 Mar 21. Erratum in: *Expert Opin Biol Ther.* 2016;16(5):1. doi: [10.1517/14712598.2016.1157162](https://doi.org/10.1517/14712598.2016.1157162). PMID: 26930117.

9. Andia I, Maffulli N. Platelet-rich plasma for managing pain and inflammation in osteoarthritis. *Nat Rev Rheumatol.* 2013 Dec;9(12):721-30. doi: [10.1038/nrrheum.2013.141](https://doi.org/10.1038/nrrheum.2013.141). Epub 2013 Oct 1. PMID: 24080861.

10. Uth K, Trifonov D. Stem cell application for osteoarthritis in the knee joint: A minireview. *World J Stem Cells.* 2014 Nov 26;6(5):629-36. doi: [10.4252/wjsc.v6.i5.629](https://doi.org/10.4252/wjsc.v6.i5.629). PMID: 25426260; PMCID: PMC4178263.

11. Park S, Park S, Jang JN, Choi YS, Kim DS, Sohn JE, Park JH. Radiofrequency ablation versus intra-articular mesenchymal stem cell injection for knee osteoarthritis: a systematic review and network meta-analysis. *Reg Anesth Pain Med.* 2025 Sep 4;50(9):747-758. doi: [10.1136/rapm-2024-105526](https://doi.org/10.1136/rapm-2024-105526). PMID: 38876799.

12. D DeRogatis M, Anis HK, Sodhi N, Ehiorobo JO, Chughtai M, Bhav A, Mont MA. Non-operative treatment options for knee osteoarthritis. *Ann Transl Med.* 2019 Oct;7(Suppl 7):S245. doi:

- injections in compared to Plasma Rich in Growth Factors (PRGF), Hyaluronic Acid (HA) and ozone in knee osteoarthritis in Iran. *BMC Musculoskelet Disord*. 2023 Jan 11;24(1):22. doi: [10.1186/s12891-022-06114-x](https://doi.org/10.1186/s12891-022-06114-x). PMID: 36631861; PMCID: PMC9832742.
33. Chahla J, Cinque ME, Piuze NS, Mannava S, Geeslin AG, Murray IR, Dornan GJ, Muschler GF, LaPrade RF. A Call for Standardization in Platelet-Rich Plasma Preparation Protocols and Composition Reporting: A Systematic Review of the Clinical Orthopaedic Literature. *J Bone Joint Surg Am*. 2017 Oct 18;99(20):1769-1779. doi: [10.2106/JBJS.16.01374](https://doi.org/10.2106/JBJS.16.01374). PMID: 29040132.
34. Dhurat R, Sukesh M. Principles and Methods of Preparation of Platelet-Rich Plasma: A Review and Author's Perspective. *J Cutan Aesthet Surg*. 2014 Oct-Dec;7(4):189-97. doi: [10.4103/0974-2077.150734](https://doi.org/10.4103/0974-2077.150734). PMID: 25722595; PMCID: PMC4338460.
35. Ummarino A, Gambaro FM, Kon E, Torres Andón F. Therapeutic Manipulation of Macrophages Using Nanotechnological Approaches for the Treatment of Osteoarthritis. *Nanomaterials (Basel)*. 2020 Aug 9;10(8):1562. doi: [10.3390/nano10081562](https://doi.org/10.3390/nano10081562). PMID: 32784839; PMCID: PMC7466380.
36. Sekiya I, Katano H, Mizuno M, Endo K, Asami A, Kajiwara M, Otomo N, Koga H, Masumoto J, Ozeki N. 3D-MRI analysis of cartilage thickness changes after PRP injection in medial knee osteoarthritis: A preliminary report. *PLoS One*. 2025 Apr 30;20(4):e0321067. doi: [10.1371/journal.pone.0321067](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0321067). PMID: 40305563; PMCID: PMC12043159.
37. Dabrowska S, Andrzejewska A, Janowski M and Lukomska B (2021) Immunomodulatory and Regenerative Effects of Mesenchymal Stem Cells and Extracellular Vesicles: Therapeutic Outlook for Inflammatory and Degenerative Diseases. *Front. Immunol*. 11:591065. doi: [10.3389/fimmu.2020.591065](https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.591065)
38. El Omar R, Beroud J, Stoltz JF, Menu P, Velot E, Decot V. Umbilical cord mesenchymal stem cells: the new gold standard for mesenchymal stem cell-based therapies? *Tissue Eng Part B Rev*. 2014 Oct;20(5):523-44. doi: [10.1089/ten.TEB.2013.0664](https://doi.org/10.1089/ten.TEB.2013.0664). Epub 2014 Apr 22. PMID: 24552279.
39. Kangari P, Talaei-Khozani T, Razeghian-Jahromi I, Razmkhah M. Mesenchymal stem cells: amazing remedies for bone and cartilage defects. *Stem Cell Res Ther*. 2020 Nov 23;11(1):492. doi: [10.1186/s13287-020-02001-1](https://doi.org/10.1186/s13287-020-02001-1). PMID: 33225992; PMCID: PMC7681994.
40. Chang YH, Liu HW, Wu KC, Ding DC. Mesenchymal Stem Cells and Their Clinical Applications in Osteoarthritis. *Cell Transplant*. 2016;25(5):937-50. doi: [10.3727/096368915X690288](https://doi.org/10.3727/096368915X690288). Epub 2015 Dec 18. PMID: 26688464.
41. Kim GB, Shon OJ. Current perspectives in stem cell therapies for osteoarthritis of the knee. *Yeungnam Univ J Med*. 2020 Jul;37(3):149-158. doi: [10.12701/yujm.2020.00157](https://doi.org/10.12701/yujm.2020.00157). PMID: 32279478; PMCID: PMC7384917.
42. Davatchi F, Sadeghi Abdollahi B, Mohyeddin 39600681; PMCID: PMC11590007.
22. Issa RI, Griffin TM. Pathobiology of obesity and osteoarthritis: integrating biomechanics and inflammation. *Pathobiol Aging Age Relat Dis*. 2012 May 9;2(2012). doi: <https://doi.org/10.3402/pba.v2i0.17470>. PMID: 22662293; PMCID: PMC3364606.
23. Doherty M. Risk factors for progression of knee osteoarthritis. *Lancet*. 2001 Sep 8;358(9284):775-6. doi: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(01\)06006-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(01)06006-8). PMID: 11564477.
24. Neogi T, Zhang Y. Osteoarthritis prevention. *Curr Opin Rheumatol*. 2011 Mar;23(2):185-91. doi: <https://doi.org/10.1097/BOR.0b013e32834307eb>. PMID: 21206274; PMCID: PMC3156556.
25. Allen KD, Golightly YM. State of the evidence. *Curr Opin Rheumatol*. 2015 May;27(3):276-83. doi: <https://doi.org/10.1097/BOR.000000000000161>. PMID: 25775186; PMCID: PMC4405030.
26. Shumnalieva R, Kotov G, Ermencheva P, Monov S. Pathogenic Mechanisms and Therapeutic Approaches in Obesity-Related Knee Osteoarthritis. *Biomedicines*. 2023 Dec 20;12(1):9. doi: <https://doi.org/10.3390/biomedicines12010009>. PMID: 38275369; PMCID: PMC10812969.
27. Liang Y, Li J, Wang Y, He J, Chen L, Chu J, Wu H. Platelet Rich Plasma in the Repair of Articular Cartilage Injury: A Narrative Review. *Cartilage*. 2022 Jul-Sep;13(3):19476035221118419. doi: <https://doi.org/10.1177/19476035221118419>. PMID: 36086807; PMCID: PMC9465610.
28. Sánchez M, Beitia M, Pompei O, Jorquera C, Sánchez P, Knörr J, et al. Isolation, Activation, and Mechanism of Action of Platelet-Rich Plasma and Its Applications for Joint Repair. *Regenerative Medicine: IntechOpen*; 2020. DOI: [10.5772/intechopen.90543](https://doi.org/10.5772/intechopen.90543)
29. Yu D, Zhao J, Zhao K. The efficacy of platelet-rich plasma preparation protocols in the treatment of osteoarthritis: a network meta-analysis of randomized controlled trials. *J Orthop Surg Res*. 2025 Jun 24;20(1):614. doi: [10.1186/s13018-025-06026-1](https://doi.org/10.1186/s13018-025-06026-1). PMID: 40551225; PMCID: PMC12186406.
30. Kale P, Patel H, Jaiswal AM. Mechanisms, Efficacy, and Clinical Applications of Platelet-Rich Plasma in Tendinopathy: A Comprehensive Review. *Cureus*. 2024 Jul 29;16(7):e65636. doi: [10.7759/cureus.65636](https://doi.org/10.7759/cureus.65636). PMID: 39205774; PMCID: PMC11350620.
31. Bagheri K, Shekhar A, Kwok E, Dungy D, Stewart SL, Jamali AA. Platelet rich plasma compared to viscosupplementation in the treatment of knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials with 6 month and 12 month follow-up. *J Exp Orthop*. 2025 Jul 18;12(3):e70335. doi: [10.1002/jeo2.70335](https://doi.org/10.1002/jeo2.70335). PMID: 40689098; PMCID: PMC12272809.
32. Raeissadat SA, Rahimi M, Rayegani SM, Moradi N. Cost-utility analysis and net monetary benefit of Platelet Rich Plasma (PRP), intra-articular

- [10.1016/j.semarthrit.2018.01.009](https://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2018.01.009). Epub 2018 Jan 31. PMID: 29496227.
52. Fraser JR, Laurent TC, Laurent UB. Hyaluronan: its nature, distribution, functions and turnover. *J Intern Med*. 1997 Jul;242(1):27-33. doi: [10.1046/j.1365-2796.1997.00170.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2796.1997.00170.x). PMID: 9260563.
53. Webner D, Huang Y, Hummer CD 3rd. Intraarticular Hyaluronic Acid Preparations for Knee Osteoarthritis: Are Some Better Than Others? *Cartilage*. 2021 Dec;13(1 suppl):1619S-1636S. doi: [10.1177/19476035211017320](https://doi.org/10.1177/19476035211017320). Epub 2021 May 28. PMID: 34044600; PMCID: PMC8808930.
54. Migliorini F, Maffulli N, Schäfer L, Kubach J, Betsch M, Pasurka M. Less Pain with Intra-Articular Hyaluronic Acid Injections for Knee Osteoarthritis Compared to Placebo: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. *Pharmaceuticals (Basel)*. 2024 Nov 20;17(11):1557. doi: [10.3390/ph17111557](https://doi.org/10.3390/ph17111557); PMCID: PMC11597132.
55. Mistry H, Connock M, Pink J, Shyangdan D, Clar C, Royle P, Court R, Biant LC, Metcalfe A, Waugh N. Autologous chondrocyte implantation in the knee: systematic review and economic evaluation. *Health Technol Assess*. 2017 Feb;21(6):1-294. doi: [10.3310/hta21060](https://doi.org/10.3310/hta21060). PMID: 28244303; PMCID: PMC5346885.
56. Davies RL, Kuiper NJ. Regenerative Medicine: A Review of the Evolution of Autologous Chondrocyte Implantation (ACI) Therapy. *Bioengineering (Basel)*. 2019 Mar 13;6(1):22. doi: [10.3390/bioengineering6010022](https://doi.org/10.3390/bioengineering6010022). PMID: 30871236; PMCID: PMC6466051.
57. Ogura T, Mosier BA, Bryant T, Minas T. A 20-Year Follow-up After First-Generation Autologous Chondrocyte Implantation. *Am J Sports Med*. 2017 Oct;45(12):2751-2761. doi: [10.1177/0363546517716631](https://doi.org/10.1177/0363546517716631). Epub 2017 Jul 26. PMID: 28745972.
58. McCarthy HS, McCall IW, Williams JM, Mennan C, Dugard MN, Richardson JB, Roberts S. Magnetic Resonance Imaging Parameters at 1 Year Correlate With Clinical Outcomes Up to 17 Years After Autologous Chondrocyte Implantation. *Orthop J Sports Med*. 2018 Aug 7;6(8):2325967118788280. doi: [10.1177/2325967118788280](https://doi.org/10.1177/2325967118788280). PMID: 30094269; PMCID: PMC6081761.
59. Roberts S, Menage J, Sandell LJ, Evans EH, Richardson JB. Immunohistochemical study of collagen types I and II and procollagen IIA in human cartilage repair tissue following autologous chondrocyte implantation. *Knee*. 2009 Oct;16(5):398-404. doi: [10.1016/j.knee.2009.02.004](https://doi.org/10.1016/j.knee.2009.02.004). Epub 2009 Mar 9. PMID: 19269183; PMCID: PMC2739934.
60. Sharma A, Rees D, Roberts S, Kuiper NJ. A case study: Glycosaminoglycan profiles of autologous chondrocyte implantation (ACI) tissue improve as the tissue matures. *Knee*. 2017 Jan;24(1):149-157. doi: [10.1016/j.knee.2016.10.002](https://doi.org/10.1016/j.knee.2016.10.002). Epub 2016 Oct 20. PMID: 27773574.
61. McCarthy HS, Roberts S. A histological comparison of the repair tissue formed when using M, Nikbin B. Mesenchymal stem cell therapy for knee osteoarthritis: 5 years follow-up of three patients. *Int J Rheum Dis*. 2016 Mar;19(3):219-25. doi: [10.1111/1756-185X.12670](https://doi.org/10.1111/1756-185X.12670). PMID: 25990685.
43. Kim GB, Shon OJ. Current perspectives in stem cell therapies for osteoarthritis of the knee. *Yeungnam Univ J Med*. 2020 Jul;37(3):149-158. doi: [10.12701/yujm.2020.00157](https://doi.org/10.12701/yujm.2020.00157). PMID: 32279478; PMCID: PMC7384917.
44. Madry H, Gao L, Eichler H, Orth P, Cucchiari M. Bone Marrow Aspirate Concentrate-Enhanced Marrow Stimulation of Chondral Defects. *Stem Cells Int*. 2017;2017:1609685. doi: [10.1155/2017/1609685](https://doi.org/10.1155/2017/1609685). PMID: 28607559; PMCID: PMC5451778.
45. Song Y, Zhang J, Xu H, Lin Z, Chang H, Liu W, Kong L. Mesenchymal stem cells in knee osteoarthritis treatment: A systematic review and meta-analysis. *J Orthop Translat*. 2020 Apr 27;24:121-130. doi: [10.1016/j.jot.2020.03.015](https://doi.org/10.1016/j.jot.2020.03.015). PMID: 32913710; PMCID: PMC7452318.
46. Lukomska B, Stanaszek L, Zuba-Surma E, Legosz P, Sarzynska S, Dreła K. Challenges and Controversies in Human Mesenchymal Stem Cell Therapy. *Stem Cells Int*. 2019 Apr 9;2019:9628536. doi: [10.1155/2019/9628536](https://doi.org/10.1155/2019/9628536). PMID: 31093291; PMCID: PMC6481040.
47. Doyle EC, Wragg NM, Wilson SL. Intraarticular injection of bone marrow-derived mesenchymal stem cells enhances regeneration in knee osteoarthritis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2020 Dec;28(12):3827-3842. doi: [10.1007/s00167-020-05859-z](https://doi.org/10.1007/s00167-020-05859-z). Epub 2020 Jan 31. PMID: 32006075; PMCID: PMC7669782.
48. Razak HRBA, Corona K, Totlis T, Chan LYT, Salreta JF, Sleiman O, Vasso M, Baums MH. Mesenchymal stem cell implantation provides short-term clinical improvement and satisfactory cartilage restoration in patients with knee osteoarthritis but the evidence is limited: a systematic review performed by the early-osteoarthritis group of ESSKA-European knee associates section. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2023 Dec;31(12):5306-5318. doi: [10.1007/s00167-023-07575-w](https://doi.org/10.1007/s00167-023-07575-w). Epub 2023 Sep 22. PMID: 37737920; PMCID: PMC10719133.
49. Aixirefu A, Chen R, Wang H. Clinical efficacy of mesenchymal stem cells and platelet-rich plasma in the therapy of osteoarthritis: a meta-analysis. *Am J Transl Res*. 2024 Sep 15;16(9):4256-4267. doi: [10.62347/JUJV3321](https://doi.org/10.62347/JUJV3321). PMID: 39398550; PMCID: PMC11470341.
50. Cai Z, Zhang H, Wei Y, Wu M, Fu A. Shear-thinning hyaluronan-based fluid hydrogels to modulate viscoelastic properties of osteoarthritis synovial fluids. *Biomater Sci*. 2019 Aug 1;7(8):3143-3157. doi: [10.1039/c9bm00298g](https://doi.org/10.1039/c9bm00298g). Epub 2019 Jun 6. PMID: 31168540.
51. Altman R, Hackel J, Niazi F, Shaw P, Nicholls M. Efficacy and safety of repeated courses of hyaluronic acid injections for knee osteoarthritis: A systematic review. *Semin Arthritis Rheum*. 2018 Oct;48(2):168-175. doi:

- problems based on the fuzzy comprehensive analysis method. *Food Science and Technology* 2022;42. [10.1590/fst.47321](https://doi.org/10.1590/fst.47321)
71. Samimi G, Heckman-Stoddard BM, Holmberg C, Tennant B, Sheppard BB, Coa KI, Kay SS, Ford LG, Szabo E, Minasian LM. Cancer Prevention in Primary Care: Perception of Importance, Recognition of Risk Factors and Prescribing Behaviors. *Am J Med.* 2020 Jun;133(6):723-732. doi: [10.1016/j.amjmed.2019.11.017](https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2019.11.017). Epub 2019 Dec 17. PMID: 31862335; PMCID: PMC7293933.
72. Sasnauskas G, Manakova E, Lapėnas K, Kauneckaitė K, Siksnyš V. DNA recognition by Arabidopsis transcription factors ABI3 and NGA1. *FEBS J.* 2018 Nov;285(21):4041-4059. doi: [10.1111/febs.14649](https://doi.org/10.1111/febs.14649). Epub 2018 Sep 21. PMID: 30183137.
73. Schwede M, Lee RY, Zhuo H, Kangelaris KN, Jauregui A, Vessel K, Belzer A, Deiss T, Matthey MA, Liu KD, Calfee CS. Clinician Recognition of the Acute Respiratory Distress Syndrome: Risk Factors for Under-Recognition and Trends Over Time. *Crit Care Med.* 2020 Jun;48(6):830-837. doi: [10.1097/CCM.0000000000004328](https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000004328). PMID: 32317598; PMCID: PMC7335674.
74. Muertizha M, Cai X, Ji B, Aimaiti A, Cao L. Factors contributing to 1-year dissatisfaction after total knee arthroplasty: a nomogram prediction model. *J Orthop Surg Res.* 2022 Jul 28;17(1):367. doi: [10.1186/s13018-022-03205-2](https://doi.org/10.1186/s13018-022-03205-2). PMID: 35902950; PMCID: PMC9330701.
75. Sharma S, Pandey CR, Baral R, Thapa R, Dahal S, Dware P. Patient Reported Outcome of Total Knee Arthroplasty using WOMAC Score. *Civil Medical Journal.* 2024 Jun 5;2(1):5-8. DOI: [10.59338/cmj.34](https://doi.org/10.59338/cmj.34)
76. Gordon AM, Vatti L, Mont MA. Smart Knee Implants and Functional Outcome for Total Knee Arthroplasty. *J Knee Surg.* 2025 Jul;38(8):397-402. doi: [10.1055/a-2550-2187](https://doi.org/10.1055/a-2550-2187). Epub 2025 Mar 4. PMID: 40037527.
77. Riantho A, Butarbutar JCP, Fidiarianto K, Elson E, Irvan I, Haryono H, Prasetyo JN. Radiographic Outcomes of Robot-Assisted Versus Conventional Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. *JB JS Open Access.* 2023 May 15;8(2):e23.00010. doi: [10.2106/JBJS.OA.23.00010](https://doi.org/10.2106/JBJS.OA.23.00010). PMID: 37197698; PMCID: PMC10184987.
78. Dooley, J, Goedderz, C, Hardt, K, Peabody, M, Weissman, J. P, Plantz, M. A, & Hilow, H. (2025). Outcomes of elective total knee arthroplasty in nonagenarians and centenarians. *Current Orthopaedic Practice*, 36(2). [10.1097/BCO.0000000000001289](https://doi.org/10.1097/BCO.0000000000001289)
79. Bettencourt JW, Wyles CC, Fruth KM, Osmon DR, Hanssen AD, Berry DJ, Abdel MP. Outcomes of Primary Total Knee Arthroplasty Following Septic Arthritis of the Native Knee: A Case-Control Study. *J Bone Joint Surg Am.* 2021 Sep 15;103(18):1685-1693. doi: [10.2106/JBJS.20.01678](https://doi.org/10.2106/JBJS.20.01678). PMID: 34524216.
- either ChondroGide® or periosteum during autologous chondrocyte implantation. *Osteoarthritis Cartilage.* 2013 Dec;21(12):2048-57. doi: [10.1016/j.joca.2013.10.004](https://doi.org/10.1016/j.joca.2013.10.004). Epub 2013 Oct 23. PMID: 24161708.
62. Niemeyer P, Porichis S, Steinwachs M, Erggelet C, Kreuz PC, Schmal H, Uhl M, Ghanem N, Südkamp NP, Salzmann G. Long-term outcomes after first-generation autologous chondrocyte implantation for cartilage defects of the knee. *Am J Sports Med.* 2014 Jan;42(1):150-7. doi: [10.1177/0363546513506593](https://doi.org/10.1177/0363546513506593). Epub 2013 Oct 21. PMID: 24145948.
63. Gille J, Behrens P, Schulz AP, Oheim R, Kienast B. Matrix-Associated Autologous Chondrocyte Implantation: A Clinical Follow-Up at 15 Years. *Cartilage.* 2016 Oct;7(4):309-15. doi: [10.1177/1947603516638901](https://doi.org/10.1177/1947603516638901). Epub 2016 Apr 6. PMID: 27688839; PMCID: PMC5029570.
64. Filardo G, Kon E, Andriolo L, Di Matteo B, Balboni F, Marcacci M. Clinical profiling in cartilage regeneration: prognostic factors for midterm results of matrix-assisted autologous chondrocyte transplantation. *Am J Sports Med.* 2014 Apr;42(4):898-905. doi: [10.1177/0363546513518552](https://doi.org/10.1177/0363546513518552). Epub 2014 Jan 30. PMID: 24481827.
65. Vonk LA, de Windt TS, Kragten AH, Beekhuizen M, Mastbergen SC, Dhert WJ, Lafeber FP, Creemers LB, Saris DB. Enhanced cell-induced articular cartilage regeneration by chondrons; the influence of joint damage and harvest site. *Osteoarthritis Cartilage.* 2014 Nov;22(11):1910-7. doi: [10.1016/j.joca.2014.08.005](https://doi.org/10.1016/j.joca.2014.08.005). Epub 2014 Aug 20. PMID: 25151084.
66. Becher C, Laute V, Fickert S, Zinser W, Niemeyer P, John T, Diehl P, Kolombe T, Siebold R, Fay J. Safety of three different product doses in autologous chondrocyte implantation: results of a prospective, randomised, controlled trial. *J Orthop Surg Res.* 2017 May 12;12(1):71. doi: [10.1186/s13018-017-0570-7](https://doi.org/10.1186/s13018-017-0570-7). PMID: 28499391; PMCID: PMC5429514.
67. Rothdiener M, Uynuk-Ool T, Südkamp N, Aurich M, Grodzinsky AJ, Kurz B, Rolaußs B. Human osteoarthritic chondrons outnumber patient- and joint-matched chondrocytes in hydrogel culture-Future application in autologous cell-based OA cartilage repair? *J Tissue Eng Regen Med.* 2018 Feb;12(2):e1206-e1220. doi: [10.1002/term.2516](https://doi.org/10.1002/term.2516). Epub 2017 Nov 8. PMID: 28714570.
68. Jinek M, Chylinski K, Fonfara I, Hauer M, Doudna JA, Charpentier E. A programmable dual-RNA-guided DNA endonuclease in adaptive bacterial immunity. *Science.* 2012 Aug 17;337(6096):816-21. doi: [10.1126/science.1225829](https://doi.org/10.1126/science.1225829). Epub 2012 Jun 28. PMID: 22745249; PMCID: PMC6286148.
69. Seidl CI, Fulga TA, Murphy CL. CRISPR-Cas9 targeting of MMP13 in human chondrocytes leads to significantly reduced levels of the metalloproteinase and enhanced type II collagen accumulation. *Osteoarthritis Cartilage.* 2019 Jan;27(1):140-147. doi: [10.1016/j.joca.2018.09.001](https://doi.org/10.1016/j.joca.2018.09.001). Epub 2018 Sep 15. PMID: 30223022.
70. Zhao Y, Talha M. Evaluation of food safety

- 2022 Nov 7;12(11):1799. doi: [10.3390/life12111799](https://doi.org/10.3390/life12111799). PMID: 36362955; PMCID: PMC9697481.
87. James S, Rao SV, Granger CB. Registry-based randomized clinical trials-a new clinical trial paradigm. *Nat Rev Cardiol*. 2015 May;12(5):312-6. doi: [10.1038/nrcardio.2015.33](https://doi.org/10.1038/nrcardio.2015.33). Epub 2015 Mar 17. PMID: 25781411.
88. Guelfi, G; Capaccia, C; Anipchenko, P; Ciancabilla, F; Oommen, O.P; Bufalari, A; Zerani, M; Maranesi, M. Mimic miRNA and Anti-miRNA Activated Scaffolds as a Therapeutic Strategy to Promote Bone, Cartilage, and Skin Regeneration. *Macromol* 2024, 4, 165-189. [10.3390/macromol402000](https://doi.org/10.3390/macromol402000)
89. Jamshidi A, Pelletier JP, Martel-Pelletier J. Machine-learning-based patient-specific prediction models for knee osteoarthritis. *Nat Rev Rheumatol*. 2019 Jan;15(1):49-60. doi: [10.1038/s41584-018-0130-5](https://doi.org/10.1038/s41584-018-0130-5). PMID: 30523334.
90. Fusco G, Gambaro FM, Di Matteo B, Kon E. Injections in the osteoarthritic knee: a review of current treatment options. *EFORT Open Rev*. 2021 Jun 28;6(6):501-509. doi: [10.1302/2058-5241.6.210026](https://doi.org/10.1302/2058-5241.6.210026). PMID: 34267940; PMCID: PMC8246115.
91. Zhao J, Liang G, Han Y, Yang W, Xu N, Luo M, Pan J, Liu J, Zeng LF. Combination of mesenchymal stem cells (MSCs) and platelet-rich plasma (PRP) in the treatment of knee osteoarthritis: a meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ Open*. 2022 Nov 16;12(11):e061008. doi: [10.1136/bmjopen-2022-061008](https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-061008). PMID: 36385022; PMCID: PMC9670925.
92. Rai D, Singh J, Somashekharappa T, Singh A. Platelet-rich plasma as an effective biological therapy in early-stage knee osteoarthritis: One year follow up. *SICOT J*. 2021;7:6. doi: [10.1051/sicotj/2021003](https://doi.org/10.1051/sicotj/2021003). Epub 2021 Mar 1. PMID: 33646116; PMCID: PMC7919502.
80. Tirumala V, Klemm C, Oganseyan R, Walker P, Padmanabha A, Kwon YM. Outcomes of Tourniquet-Less Revision Total Knee Arthroplasty: A Matched Cohort Analysis. *J Am Acad Orthop Surg*. 2021 Dec 15;29(24):e1343-e1352. doi: [10.38103/jcmhch.92.4](https://doi.org/10.38103/jcmhch.92.4). PMID: 34037577.
81. Fadadu PP, Mazzola AJ, Hunter CW, Davis TT. Review of concentration yields in commercially available platelet-rich plasma (PRP) systems: a call for PRP standardization. *Reg Anesth Pain Med*. 2019 Apr 16:rapm-2018-100356. doi: [10.1136/rapm-2018-100356](https://doi.org/10.1136/rapm-2018-100356). Epub ahead of print. PMID: 30992411.
82. Zha K, Sun Z, Yang Y, Chen M, Gao C, Fu L, Li H, Sui X, Guo Q, Liu S. Recent Developed Strategies for Enhancing Chondrogenic Differentiation of MSC: Impact on MSC-Based Therapy for Cartilage Regeneration. *Stem Cells Int*. 2021 Mar 20;2021:8830834. doi: [10.1155/2021/8830834](https://doi.org/10.1155/2021/8830834). PMID: 33824665; PMCID: PMC8007380.
83. Thomas BL, Eldridge SE, Nosrati B, Alvarez M, Thorup AS, Nalesso G, Caxaria S, Barawi A, Nicholson JG, Perretti M, Gaston-Massuet C, Pitzalis C, Maloney A, Moore A, Jupp R, Dell'Accio F. WNT3A-loaded exosomes enable cartilage repair. *J Extracell Vesicles*. 2021 May;10(7):e12088. doi: [10.1002/jev2.12088](https://doi.org/10.1002/jev2.12088). Epub 2021 May 19. PMID: 34025953; PMCID: PMC8134720.
84. Hao Y. The design and manufacture of multi-layered hydrogel-based constructs for articular cartilage/osteochondral reconstruction [dissertation]. Liverpool: University of Liverpool; 2022.
85. Konnyu KJ, Thoma LM, Cao W, Aaron RK, Panagiotou OA, Bhuma MR, Adam GP, Balk EM, Pinto D. Rehabilitation for Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review. *Am J Phys Med Rehabil*. 2023 Jan 1;102(1):19-33. doi: [10.1097/PHM.0000000000002008](https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000002008). Epub 2022 Mar 12. PMID: 35302953; PMCID: PMC9464796.
86. Braaten JA, Banovetz MT, DePhillipo NN, Familiari F, Russo R, Kennedy NI, LaPrade RF. Biomarkers for Osteoarthritis Diseases. *Life* (Basel).

مدیریت شکستگی‌های هم‌زمان شفت فمور همراه با آمپوتاسیون اطراف زانو

(گزارش دوموردی)

چکیده

شکستگی‌های هم‌زمان شفت فمور و آمپوتاسیون‌های اطراف زانو، آسیب‌های نادر اما پیچیده‌ای هستند که اغلب ناشی از ترومای پرانرژی هستند. این مقاله چالش‌ها و استراتژی‌های درمانی این موارد را مرور می‌کند و بر پوزیشن‌دهی نوآورانه‌ی بیماران روی تخت عمل مخصوص شکستگی و روش‌های فیکساسیون شکستگی هم‌زمان فمور در آمپوتاسیون‌های بالای زانو، از زانو یا زیر زانو تمرکز دارد. دو مورد جدید ارائه شده است: یک مورد مرد ۲۹ ساله با آمپوتاسیون بالای زانو و شکستگی شفت فمور، درمان شده با نیل به صورت تأخیری پس از فیکساسیون با اکسترنال فیکساتور. مورد دیگر مرد ۴۰ ساله با آمپوتاسیون از زانو و شکستگی باز شفت فمور، مدیریت شده با تعبیه‌ی اکسترنال فیکساتور، گرفت پوستی، و سپس فیکساسیون با پلاک. چالش‌های کلیدی شامل ناپایداری بیمار، نقص بافت نرم، استخوان استئوپوروتیک، و پوزیشن‌دهی است. تکنیک‌هایی مانند Schanz pins, Kirschner wires, inverted boots و skin traction ریداکشن را تسهیل می‌کنند. این مرور بر نیاز به رویکردهای مرحله‌ای و پروتکل‌های استاندارد برای بهینه‌سازی نتایج در این سناریوهای نادر تأکید دارد.

واژگان کلیدی: شکستگی‌های شفت فمور، آمپوتاسیون اطراف زانو، گزارش موردی

پذیرش مقاله: ۴۰ روز قبل از چاپ

دکتر داوود دهقانی اشکذری،^۱ دکتر سعید بشارتی،^۱ دکتر سیدحسین سعید بنادکی،^۲ دکتر میلاد قلی‌زاده

مقدمه

قطع اندام تحتانی یکی از نگرانی‌های مهم سلامت جهانی است و اغلب ناشی از بیماری‌های عروقی، دیابت یا تروماهای با انرژی بالا است و، زمانی که با شکستگی‌های هم‌زمان یا بعدی استخوان ران عارضه‌دار پیچیده می‌شود، چالش‌های ویژه‌ای به وجود می‌آورد. در تحقیق مروری نظام‌مندی که موکسی (Moxey) و همکاران انجام داده‌اند برآورد شده است که بروز جهانی قطع اندام تحتانی در جمعیت مبتلا به دیابت از ۴۶/۱ تا ۹۶۰۰ در هر ۱۰^۵ نفر و در جمعیت عمومی از ۵/۸ تا ۳۱ در هر ۱۰^۵ نفر متغیر است که این امر تغییرپذیری قابل توجه را که تحت تأثیر عوامل اجتماعی - اقتصادی، قومیت و دسترسی به مراقبت پیشگیرانه است نشان می‌دهد.^(۱)

در اندام‌های قطع‌شده، شکستگی‌های فمور نسبتاً نادر هستند و در کمتر از ۳ درصد موارد رخ می‌دهند و به‌ویژه در خصوص شکستگی‌های تنه‌ی استخوان ران کمتر گزارش شده‌اند. این امر می‌تواند ناشی از بیومکانیک‌های تغییر یافته، پوکی استخوان ناشی از عدم استفاده یا رویدادهای تروماتیک باشد.^(۲) سازوکارهای با انرژی بالا مانند تصادف‌های جاده‌ای یا آسیب‌های لهدگی اغلب به شکستگی‌های هم‌زمان فمور و قطع اندام در اطراف زانو منجر می‌شوند، که مدیریت آن را به دلیل تروماهای چندسیستمی، آسیب بافت نرم و نیاز به مداخلات مرحله‌ای پیچیده می‌کنند.^(۳)

این موارد نیازمند رویکردهای نوآورانه به قراردعی روی تخت مخصوص شکستگی، فیکساسیون پایدار در استخوان‌هایی که اغلب دچار پوکی استخوان شده‌اند و توان بخشی سازگار با پروتز برای بازگرداندن تحرک هستند. درحالی که ادبیات موجود عمدتاً بر شکستگی‌های پروگزیمال فمور در بیماران دچار قطع عضو تمرکز دارد و درباره‌ی تکنیک‌هایی مانند DHS، PFNA یا آرتروپلاستی برای شکستگی‌های اینترتروکانتریک یا گردن فمور بسیار صحبت شده، به شکستگی‌های تنه‌ی فمور توجه کمتری شده است.

۱. مرکز تحقیقات تروما، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران
۲. گروه جراحی ارتوپدی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران
۳. گروه جراحی ارتوپدی، مرکز تحقیقات تروما، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران

نویسنده‌ی مسئول:

دکتر میلاد قلی‌زاده

Email address:
Miladghz15255@gmail.com

جوی استیک برای ریداکشن تحت فلوروسکوپی استفاده کردند. داوارینوس (Davarinis) و همکاران^(۸) تراکشن پوستی را برای یک شکستگی اینترتروکانتریک بدون جابه‌جایی به کار بردند. عقیل (Aqil) و همکاران^(۹) نیز از تکیه‌گاه ران رادیولوسنت برای فیکساسیون DHS در آسیب‌های قطع بالای زانوی دوطرفه استفاده کردند.

قطع عضو از زانو همراه با شکستگی فمور

قطع از ناحیه‌ی زانو (Through-knee) کندیل‌های فمور را حفظ می‌کند و فیکساسیون پروگزیمال را پیچیده می‌سازد.

ولینسکی (Wolinsky) و همکاران کشش پینی اسکلتی را برای ریداکشن توصیه کردند. امانت‌الله (Amanatullah) و همکاران^(۱۰) پیشرفت سریع‌تر به آرتروپلاستی کامل هیپ (THA) را در بیماران دارای قطع از ناحیه‌ی زانو (میانگین ۶/۴ سال) در مقایسه با بیماران دارای قطع بالای زانو (۱۵/۶ سال) به دلیل استرس بیشتر روی هیپ گزارش کردند. آرانگو (Arango) و همکاران^(۱۱) از همی‌آرتروپلاستی بای‌پولار برای یک شکستگی گردن فمور استفاده کردند و پایداری را در استخوان با طول کوتاه به دست آوردند.^(۱۲)

قطع اندام زیر زانو (ترنس تیبیال) همراه با شکستگی فمور

قطع اندام ترنس تیبیال (TTA) فاقد تکیه‌گاه‌های پا است و اعمال تراکشن را دشوار می‌کند. لی (Lee) و همکاران^(۱۳) از تخت شکستگی اصلاح‌شده با بوت‌های وارونه و کشش پوستی برای شکستگی‌های اینترتروکانتریک استفاده کردند و با نیل‌گذاری طی شش ماه به جوش‌خوردگی دست یافتند.

اوجی (Ochi) و همکاران^(۱۴) یک مورد TTA با شکستگی اینترتروکانتریک را با استفاده از بوت تراکشن وارونه برای تعبیه‌ی نیل فمورال کوتاه مدیریت کردند که امکان تحمل وزن کامل را فراهم کرد. میتراسینوویچ (Mitrasinovic) و همکاران در یک بیمار TTA با شکستگی‌های دوطرفه‌ی دیافیز فمور از پین‌های استینمن و رکاب بوهرلر (Bohler stirrup) برای فیکساتور خارجی استفاده کردند و سپس نیل‌گذاری انجام دادند.^(۳)

دو گزارش موردی درباره‌ی فیکساسیون تأخیری شکستگی‌های تنه‌ی فمور همراه با قطع عضو اطراف زانو

این مطالعه را کمیته‌ی اخلاق تأیید کرد و رضایت آگاهانه از بیماران گرفته شده است.

مورد ۱: مردی ۲۹ ساله دچار آسیب له‌شدگی اندام تحتانی چپ و شکستگی تنه‌ی فمور بر اثر آسیب ناشی از تجهیزات کشاورزی شد که در نهایت به قطع عضو بالای زانو نیاز پیدا کرد. در ابتدا، قطع عضو انجام شد و به دلیل وضعیت بالینی بیمار برای شکستگی فمور فیکساتور خارجی قرار داده شد. پس از پایدارسازی همودینامیک و درمان، بیمار مرخص شد. دو ماه بعد، پس از بهبودی استامپ، فیکساتور خارجی خارج شد و شکستگی با نیل داخل‌استخوانی فیکس شد (شکل ۱).

این تحقیق مروری گزارش‌های موردی و مطالعات مربوط به راهبردهای فیکساسیون در سطوح قطع عضو ترنس فمورال، زانو و ترنس تیبیال را ترکیب می‌کند و بر چالش‌های ریداکشن و فیکساسیون تأکید دارد. همچنین، دو مورد از شکستگی‌های هم‌زمان قسمت میانی فمور با قطع اندام در اطراف زانو ارائه می‌شود: یکی که با نیل داخل استخوانی به صورت تأخیری پس از قطع بالای زانو درمان شد و دیگری که با پلاک‌گذاری پس از قطع از زانو درمان شد. این دو مورد کاربرد عملی مدیریت مرحله‌ای در سناریوهای تروماهای با انرژی بالای منجر به قطع عضو را نشان می‌دهد.

قطع بالای زانو (ترنس فمورال) همراه با شکستگی فمور

قطع بالای زانو (TFA) به یک استامپ کوتاه منجر می‌شود که جای‌گیری روی تخت شکستگی را پیچیده می‌کند.



شکل ۱: تصویربرداری رادیولوژی از شکستگی شفت فمور پس از نیل‌گذاری

ناناپاراجو (Nannaparaju) و همکاران^(۴) شکستگی‌های سریالی فمور را در استامپ‌های قطع بالای زانو گزارش کردند که با پیچ دینامیک هیپ (DHS) برای شکستگی پروگزیمال و ریداکشن باز و فیکساسیون با پلاک برای شکستگی دیستال با استفاده از پیچ‌های لاکینگ و پیوند استخوان برای برطرف کردن کیفیت ضعیف استخوان درمان شدند.

تاکبا (Takeba) و همکاران^(۵) یک شکستگی تروکانتریک پس از قطع بالای زانو را با استفاده از یک Kirschner wire در استامپ دیستال، متصل‌شده به تراکشن، با کنترل چرخش دستی برای نیل‌گذاری داخل استخوانی مدیریت کردند.

پرومال (Perumal) و همکاران^(۵) کنترل ورزش در همی‌آرتروپلاستی بای‌پولار را با استفاده از شنزپین‌هایی انجام دادند که درست در قسمت پروگزیمال استامپ TFA قرار دادند. پاتنایک (Patnaik) و همکاران^(۶) تعویض کامل مفصل هیپ (THR) به صورت کم‌تهاجمی را برای آرتريت پس از تروما در یک بیمار مبتلا به قطع بالای زانو انجام دادند و به توان‌بخشی زود هنگام دست یافتند.

فریتاس (Freitas) و همکاران^(۷) یک شکستگی گردن فمور را با فیکساسیون پروکوتانوس با پیچ درمان کردند و از یک شنزپین به‌عنوان

آسیب‌های بافت نرم چالش‌ها را تشدید می‌کنند و دبریدمان (debridement)، بستن زخم و درمان قطعی بعدی را پیچیده‌تر می‌سازند و اغلب نیاز به پیوند پوست یا فلپ دارند که این موارد فیکساسیون داخلی را به تأخیر می‌اندازند و نرخ عفونت را در استخوان‌های اغلب استئوپروتیک، که به‌طور شایع در جمعیت دچار قطع عضو مشاهده می‌شود، افزایش می‌دهند.^(۵)

وضعیت‌دهی بیمار برای جراحی به‌ویژه به دلیل طول استامپ و نبود نقاط اتکای دیستال دشوار است. در منابع، روش‌های تطبیقی توصیف شده‌اند، از جمله بوت‌های وارونه برای قطع عضوهای ترانس تیبیال، شنزین برای کنترل ورژن در موارد ترانس فمورال، وایرهای کیرشنر برای اعمال کشش در استامپ‌های کوتاه و کشش پوستی برای شکستگی‌های بدون جابه‌جایی که همگی امکان ریداکشن تحت هدایت فلوروسکوپی روی تخت‌های شکستگی را فراهم می‌کنند.^(۸)

نتیجه‌گیری

برای شکستگی‌های پروگزیمال فمور، گزینه‌ها شامل DHS برای شکستگی‌های پایدار و PFNA برای شکستگی‌های ناپایدار اینترتروکانتربیک و آرتروپلاستی (نیمه یا کامل) در بیماران سالمند یا مبتلا به آرتروز به منظور امکان تحرک زود هنگام است.

مدیریت شکستگی تنه‌ی فمور پیچیده است. بنابراین، پلاک‌گذاری برای شکستگی‌های دیستال ترجیح داده می‌شود، هرچند در زخم‌های آلوده، خطر جوش‌نخورگی وجود دارد.

نیل‌گذاری فمور مزایای بیومکانیکی در شکستگی‌های شفت دارد، اما خطر شکستگی گردن فمور در استخوان‌های استئوپروتیک حین ورود نیل را به همراه دارد و بدون استفاده از کشش استاندارد ریداکشن را دشوار می‌کند. رویکردهای مرحله‌ای، مانند موارد ما، با فیکساسیون خارجی اولیه و سپس نیل‌گذاری یا پلاک‌گذاری پس از بهبودی استامپ این مشکلات را کاهش می‌دهند، اما وجود پروتکل‌های استاندارد برای بهینه‌سازی نتایج، کاهش نرخ عمل مجدد و بهبود توان‌بخشی پروتزی در این ارائه‌های نادر ضروری است.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ‌گونه تعارض منافع ندارند.

منابع

1. Moxey PW, Gogalniceanu P, Hinchliffe RJ, Loftus IM, Jones KJ, Thompson MM, Holt PJ. Lower extremity amputations-a review of global variability in incidence. *Diabet Med*. 2011 Oct;28(10):1144-53. doi: 10.1111/j.1464-5491.2011.03279.x. PMID: 21388445.
2. Mitrasinovic S, Kiziridis G, Wellekens S, Roslee C, Anjum SN. Innovative Method of Traction in a Bilateral Diaphyseal Femur Fracture in a Polytrauma

مورد ۲: مردی ۴۰ ساله بر اثر تصادف عابر - خودرو دچار آسیب له‌شدگی اندام تحتانی و شکستگی باز شفت فمور شد که به قطع عضو از طریق زانو منجر شد. به دلیل آسیب شدید له‌شدگی و نقص گسترده‌ی بافت نرم، خطر نیاز به قطع عضو بالای زانو وجود داشت.

با این حال، با توجه به باز بودن شکستگی و وضعیت بالینی بیمار در ابتدا فیکساتور خارجی برای پایدارسازی شکستگی قرار داده شد. پس از آماده‌سازی بافت نرم برای پیوند، پیوند پوستی انجام شد و بخشی از اندام بیمار حفظ شد. پس از بهبود نسبی و ترمیم پیوند طی دو ماه، فیکساتور خارجی خارج شد و شکستگی با جاناندازی باز و فیکساسیون با پلاک تثبیت شد (شکل ۲).

بحث

هم‌زمانی شکستگی‌های تنه‌ی فمور و قطع عضو اندام تحتانی نادر، اما از نظر بالینی چالش‌برانگیز است، به‌ویژه در تروماهای با انرژی بالا که آسیب‌های چندسیستمی، مانند موارد گزارش‌شده در تصادفات جاده‌ای یا آسیب‌های له‌شدگی، به شکستگی‌های هم‌زمان در سطوح مختلف فمور و قطع عضو در اطراف زانو منجر می‌شوند.^(۲)



شکل ۲: تصویر بالینی و رادیوگرافی شکستگی شفت فمور پس از پلاک‌گذاری

بیماران اغلب با ناپایداری همودینامیک مراجعه می‌کنند و نیاز به کنترل اولیه‌ی آسیب‌های ارتوپدی از طریق فیکساتور خارجی برای پایدارسازی شکستگی‌ها، مدیریت زخم‌های باز و تسهیل بازسازی بافت نرم دارند؛ امری که در موارد پلی‌تروما نشان داده شده و فیکساسیون قطعی تأخیری باعث کاهش خطر عوارض می‌شود.^(۳)

- Fracture Fixation. Case Rep Orthop. 2013; 2013:875656. doi: [10.1155/2013/875656](https://doi.org/10.1155/2013/875656). Epub 2013 Dec 12. PMID: 24416607; PMCID: PMC3876688.
9. Aqil A, Desai A, Dramis A, Hossain S. A simple technique to position patients with bilateral above-knee amputations for operative fixation of intertrochanteric fractures of the femur: a case report. J Med Case Rep. 2010 Nov 30; 4:390. doi: [10.1186/1752-1947-4-390](https://doi.org/10.1186/1752-1947-4-390). PMID: 21118535; PMCID: PMC3012042.
10. Wolinsky PR, Lucas JF. Reduction Techniques for Diaphyseal Femur Fractures. J Am Acad Orthop Surg. 2017 Nov;25(11): e251-e260. doi: [10.5435/jaaos-d-17-00021](https://doi.org/10.5435/jaaos-d-17-00021). PMID: 28938339.
11. Amanatullah DF, Trousdale RT, Sierra RJ. Total hip arthroplasty after lower extremity amputation. Orthopedics. 2015 May;38(5): e394-400. doi: [10.3928/01477447-20150504-56](https://doi.org/10.3928/01477447-20150504-56). PMID: 25970366.
12. Arango D, Tiedeken NC, Gershkovich G, Shaffer G. Bilateral Hemiarthroplasty in a Patient with Below-Knee and Above-Knee Amputations: A Case Report. JBJS Case Connect. 2016 Jan-Mar;6(1): e3. doi: [10.2106/jbjs.cc.o.00114](https://doi.org/10.2106/jbjs.cc.o.00114). PMID: 29252713.
13. Lee SM, Suh KT, Oh YK, Shin WC. Manipulation of intertrochanteric fractures in patients with below- or above-knee amputation using a fracture table: Two case reports. Medicine (Baltimore). 2021 Jan 15;100(2): e24233. doi: [10.1097/md.00000000000024233](https://doi.org/10.1097/md.00000000000024233). PMID: 33466205; PMCID: PMC7808453.
14. Ochi H, Baba T, Hamanaka T, Ozaki Y, Watari T, Homma Y, Matsumoto M, Kaneko K. Safe and Effective Reduction Technique for Intertrochanteric Fracture with Ipsilateral Below-Knee Amputated Limb. Case Rep Orthop. 2017; 2017:2672905. doi: [10.1155/2017/2672905](https://doi.org/10.1155/2017/2672905). Epub 2017 May 14. PMID: 28589052; PMCID: PMC5446871.
- Below-Knee Amputee. Case Rep Orthop. 2019 Mar 24; 2019:8691398. doi: [10.1155/2019/8691398](https://doi.org/10.1155/2019/8691398). PMID: 31019826; PMCID: PMC6451792.
3. Takeba J, Imai H, Kikuchi S, Matsumoto H, Moriyama N, Nakabayashi Y. A Simple Method for Positioning the Traction Table during Fixation Surgery for a Displaced Femoral Trochanteric Fracture in a Patient Following Ipsilateral Above-the-knee Amputation: A Case Report. J Orthop Case Rep. 2020 Oct;10(7):76-79. doi: [10.13107/jocr.2020.v10.i07.1926](https://doi.org/10.13107/jocr.2020.v10.i07.1926). PMID: 33585322; PMCID: PMC7857662.
4. Nannaparaju M, Annavaram K, Anwar R, Khan WS, Hambidge J. Serial Femoral Fractures in An Amputation Stump: A Case Report. Open Orthop J. 2017 Apr 20; 11:316-320. doi: [10.2174/1874325001711010316](https://doi.org/10.2174/1874325001711010316). PMID: 28567161; PMCID: PMC5420170.
5. Perumal R, Gaddam SR, Vasudeva J, Dheenadhayalan J, Rajasekaran S. Bipolar Hemiarthroplasty in a Patient with above-knee Amputation: Surgical Technique. J Orthop Case Rep. 2017 Jan-Feb;7(1):54-57. doi: [10.13107/jocr.2250-0685.686](https://doi.org/10.13107/jocr.2250-0685.686). PMID: 28630841; PMCID: PMC5458699.
6. Patnaik S, Nayak B, Sahoo AK, Sahu NK. Minimally Invasive Total Hip Replacement in an Ipsilateral Post-traumatic above-knee Amputation: A Case Report. J Orthop Case Rep. 2017 Mar-Apr;7(2):3-6. doi: [10.13107/jocr.2250-0685.722](https://doi.org/10.13107/jocr.2250-0685.722). PMID: 28819590; PMCID: PMC5553831.
7. Freitas A, Souto DRM, da Silva JF, Dantas BR, de Paula AP. Treatment of an Acute Fracture of the Femoral Neck in a Young Female Adult with a Transfemoral Amputation: A Case Report. JBJS Case Connect. 2015 Jul-Sep;5(3): e58. doi: [10.2106/jbjs.cc.n.00119](https://doi.org/10.2106/jbjs.cc.n.00119). PMID: 29252846.
8. Davarinos N, Ellanti P, McCoy G. A Simple Technique for the Positioning of a Patient with an above Knee Amputation for an Ipsilateral Extracapsular Hip

درد پیلار پس از آزادسازی تونل کارپال

(مطالعه‌ی مروری)

چکیده

مقدمه: درد پیلار (Pillar pain) یکی از پیامدهای پس از آزادسازی تونل کارپال (CTR) است که به صورت درد عمقی یا حساسیت فشاری در نواحی تنار و هیپوتنار بروز می‌کند و می‌تواند بازگشت به کار و رضایت بیمار را مختل کند. این مقاله‌ی مروری، با تمرکز بر علت‌شناسی، رویکردهای درمانی نوین و الگوریتم عملی مدیریت درد پیلار تهیه شده است.

مواد و روش‌ها: جست‌وجوی ساختاریافته در PubMed و منابع مکمل تا دسامبر ۲۰۲۵ انجام شد. مطالعات کارآزمایی بالینی، مرورهای نظام‌مند و متآنالیز، مطالعات کوهورت و مرورهای روایی معتبر، که به درد پیلار، عوامل خطر، پاتوفیزیولوژی یا درمان‌های پس از CTR پرداخته بودند، استخراج و دسته‌بندی شدند.

نتایج و بحث: شواهد نشان می‌دهد درد پیلار غالباً خودمحدودشونده است و بیشتر موارد طی ۳ تا ۶ ماه فروکش می‌کند. با این حال، در برخی گزارش‌ها حدود نیمی از بیماران آن را تجربه می‌کنند. علت‌شناسی چندعاملی است و شامل تغییرات بیومکانیکی قوس کارپال پس از قطع رباط عرضی، التهاب بافت نرم یا اسکار، حساسیت شاخه‌ی پوستی کفدستی عصب مدین یا نوروما و عوامل مرکزی می‌شود. درمان‌های غیرجراحی ستون اصلی مدیریت هستند و شامل آموزش و اطمینان‌بخشی، مدالیته‌های کاردرمانی (کاهش حساسیت، ماساژ، تمرینات تدریجی)، داروهای ضدالتهاب/ضد درد غیرمخدر و در موارد مقاوم درمان‌های کم‌تهاجمی مانند شاک‌ویو خارج‌بدنی (ESWT) و فوتوبیومدولیشن است. شواهد نوظهور درباره‌ی لیزر فرکشنال CO₂ برای موارد مقاوم امیدوارکننده ولی هنوز محدود است. از منظر پیشگیری، تکنیک‌های کم‌تهاجمی و نیز انتخاب روش مناسب ترمیم پوست می‌تواند بر درد پیلار کوتاه‌مدت اثرگذار باشد.

نتیجه‌گیری: درد پیلار پس از CTR غالباً خوش‌خیم و گذرا است، اما نیازمند رویکرد مرحله‌ای و چندوجهی است. ترکیب آموزش بیمار، توان‌بخشی هدفمند و راهکارهای غیرمخدر برای کنترل درد و استفاده‌ی انتخابی از درمان‌های کم‌تهاجمی در موارد مقاوم، بهترین توازن میان اثربخشی و ایمنی را فراهم می‌کند.

واژگان کلیدی: سندروم تونل کارپال، آزادسازی تونل کارپال، درد پیلار، درد پس از عمل

پذیرش مقاله: ۴۰ روز قبل از چاپ

دکتر میلاد قلی‌زاده، دکتر عباس عبدلی تفتی، آسیدمحمد حسینی مروست

مقدمه

سندروم تونل کارپال (Carpal Tunnel Syndrome-CTS) شایع‌ترین نوروپاتی فشاری اندام فوقانی است که به دلیل گیر افتادن عصب مدین در مچ دست ایجاد می‌شود. این سندروم با علائمی نظیر درد، پارستزی و ضعف در ناحیه‌ی تنار همراه است و می‌تواند کیفیت زندگی، توانایی کاری و عملکرد روزمره‌ی فرد را به شدت تحت تأثیر قرار دهد. در موارد مقاوم به درمان محافظه‌کارانه یا موارد متوسط تا شدید، آزادسازی تونل کارپال (Carpal Tunnel Release-CTR) به‌عنوان درمان استاندارد طلایی شناخته می‌شود.^(۱، ۲)

اگرچه CTR اغلب به بهبود قابل توجه علائم عصبی و عملکردی منجر می‌شود، اما برخی پیامدهای موضعی پس از عمل از جمله حساسیت اسکار، درد کف‌دست و آنچه «درد پیلار» (Pillar Pain) نامیده می‌شود می‌توانند مسیر توان‌بخشی را مختل کنند و رضایت بیمار را تحت‌الشعاع قرار دهند.^(۳)

درد پیلار معمولاً به دردی اطلاق می‌شود که در دو ستون کف‌دست شامل ستون رادیال (ناحیه‌ی تنار) و ستون اولنار (ناحیه‌ی هیپوتنار) حس می‌شود. این درد با فشار مستقیم یا تکیه دادن کف‌دست تشدید می‌شود و اغلب با کاهش توانایی گرفتن اشیاء، اجتناب از استفاده از دست و بروز اضطراب قابل توجه در بیمار همراه است.^(۴)

۱. گروه جراحی ارتوپدی، مرکز تحقیقات تروما، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران
۲. مرکز تحقیقات تروما، بخش ارتوپدی، بیمارستان شهید صدوقی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران
۳. کمیته‌ی تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی، یزد، ایران

نویسنده‌ی مسئول:

دکتر عباس عبدلی تفتی

Email address:
aabdoli2000@yahoo.com

علت‌شناسی و پاتوفیزیولوژی

درد پیلار پدیده‌ای تک‌عاملی نیست و احتمالاً حاصل هم‌پوشانی چند مکانیسم است. مهم‌ترین فرضیه‌ها عبارت‌اند از:

تغییرات بیومکانیکی

برش رباط عرضی کارپال موجب افزایش عرض قوس کارپال و تغییر روابط کارپال به‌ویژه در سمت اولنار می‌شود.^(۶، ۷) این تغییرات می‌تواند فشار غیرعادی روی نواحی تنار/هیپوتنار و محل‌های اتصال عضلات را افزایش دهد.

التهاب بافت نرم و اسکار

التهاب موضعی، خون‌ریزی زیرجلدی و تشکیل اسکار می‌تواند گیرنده‌های درد را تحریک و درد با فشار مستقیم ایجاد کند.^(۳)

آسیب یا حساسیت اعصاب پوستی

شاخه‌ی پوستی کف‌دستی عصب مدین (PCBMN) (Palmar Cutaneous Branch of the Median Nerve) و شاخه‌های پوستی اولنار ممکن است در برش جراحی یا طی ترمیم بافتی دچار کشش یا چسبندگی شوند؛ نوروما یا گیرافتادگی این شاخه‌ها سبب درد نقطه‌ای و تیرکشنده می‌شود.^(۸-۱۰)

درد مفصلی مجاور

آسکار شدن آرتروز پیژوتریکوئترال یا مشکلات هوک همیت می‌تواند پس از CTR به صورت درد اولنار کف‌دست تظاهر کند.^(۱۱، ۱۲)

مکانیسم‌های درد پایدار

در موارد طول‌کشیده، حساس‌سازی محیطی و مرکزی و عوامل روانی-اجتماعی (اضطراب، ترس از حرکت) ممکن است شدت علائم را تعدیل کنند.^(۴، ۱۳)

ارزیابی بالینی و تشخیص افتراقی

تشخیص درد پیلار عمدتاً بالینی است و براساس محل درد (ستون‌های کف‌دست)، تشدید با تست فشار و تکیه‌گاه و نبود علائم کلاسیک عود CTS انجام می‌شود.

در صورت تداوم درد یا وجود علائم غیرمعمول باید علل دیگر از جمله رهاسازی ناکامل، اسکار فشاری روی عصب، سندروم تونل گویان، نوروما، آرتروز پیژوتریکوئترال، شکستگی و التهاب هوک همیت و CRPS (Complex Regional Pain Syndrome) مدنظر قرار گیرد.^(۱۲، ۱۴، ۱۵)

سونوگرافی می‌تواند برای ارزیابی اسکار، هماتوم و مسیر شاخه‌های عصبی پوست و نیز عود یا رهاسازی ناکامل عصب مدین مفید باشد.^(۱۶)

اصول کلی درمان و الگوریتم مدیریت مرحله‌ای

با توجه به سیر غالباً خودمحدودشونده درد پیلار، درمان باید مرحله‌ای و مبتنی بر شدت علائم و محدودیت عملکردی باشد.^(۳) در گام اول، آموزش

با وجود شیوع نسبتاً بالای آن (برخی مطالعات بروز آن را تا نزدیک ۵۰ درصد گزارش کرده‌اند)، درد پیلار هنوز به‌طور کامل درک نشده و طیف گسترده‌ای از رویکردهای تشخیصی و درمانی برای آن وجود دارد. این داده‌ها نشان می‌دهند که اتخاذ راهبردی منسجم بر پایه‌ی «آموزش بیمار»، اطمینان‌بخشی درباره‌ی ماهیت غالباً گذرای علائم و انتخاب رویکرد محافظه‌کارانه در مراحل اولیه نقش کلیدی در مدیریت موفق این عارضه ایفا می‌کند.

با توجه به پیشرفت‌های اخیر در علت‌شناسی و روش‌های نوین درمانی کم‌تهاجمی، به‌روزرسانی شواهد موجود و ارائه‌ی یک الگوریتم مدیریتی عملی ضروری به نظر می‌رسد. درد پیلار معمولاً به درد در دو ستون کف‌دست شامل ستون رادیال (تنار) و ستون اولنار (هیپوتنار) اطلاق می‌شود که با فشار مستقیم یا تکیه دادن کف‌دست تشدید می‌شود و می‌تواند با کاهش توانایی گرفتن اشیاء، اجتناب از استفاده از دست و اضطراب بیمار همراه باشد.^(۴) این داده‌ها اهمیت «آموزش بیمار»، اطمینان‌بخشی درباره‌ی گذرا بودن علائم و انتخاب رویکرد محافظه‌کارانه در مراحل اولیه را برجسته می‌کند.

مواد و روش‌ها

این مقاله مروری روایی - تحلیلی با عناصر جست‌وجوی ساختاریافته است. کلیدواژه‌های انگلیسی شامل Carpal tunnel release, Pillar pain, Extracorporeal shockwave, Rehabilitation, Postoperative pain Endoscopic/ open و Skin Closure, Photobiomodulation, therapy در PubMed جست‌وجو شد.

سپس، مرورهای نظام‌مند و متاآنالیز، کارآزمایی‌های بالینی و مطالعات کوهورت مرتبط انتخاب و با توجه به کیفیت روش‌شناسی و کاربرد بالینی انتخاب شدند. به منظور تمرکز بر «شواهد جدید»، اولویت با منابع سال‌های ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۵ بود. باین‌حال، برای مبانی آناتومیک و پاتوفیزیولوژیک از منابع کلاسیک نیز استفاده شد.

تعریف بالینی و سیر طبیعی

درد پیلار معمولاً طی هفته‌های اول پس از CTR ظاهر شده و در بسیاری از بیماران با گذشت زمان کاهش می‌یابد. در متاآنالیز اخیر، بیشترین شیوع در بازه‌ی ۶ تا ۱۲ هفته گزارش می‌شود و بیشتر موارد تا ۶ ماه بهبود می‌یابند.^(۵)

در یک مطالعه کوهورت آینده‌نگر با تکنیک مینی‌اوپن WALANT، خطر تجربه‌ی درد پیلاری حدود ۴۹ درصد گزارش شد و میان‌مدت آن نزدیک به ۳ ماه بود.^(۴)

با وجود این، زیرگروهی از بیماران ممکن است درد پایدار (بیش از ۶ ماه) داشته باشند که اغلب با عوامل موضعی (اسکار چسبنده، حساسیت شاخه‌های پوستی، سندروم‌های درد مفصلی مجاور) یا حساس‌سازی درد مرتبط است.^(۳)

در مقایسه با گروه دیگر نشان داد.^(۱۷) همچنین، مطالعه‌ی دیگری نتایج حمایتی گزارش کرده است.^(۱۸) با وجود امیدبخشی، ناهمگونی پروتکل‌ها (تعداد جلسات، انرژی) و اندازه‌ی نمونه‌ی محدود نیاز به مطالعات بزرگ‌تر را برجسته می‌کند.

فوتوبیومدولیشن و لیزرهای درمانی

فوتوبیومدولیشن و لیزرهای کم‌توان با هدف کاهش التهاب و تعدیل درد به کار می‌روند. یک کارآزمایی تصادفی کنترل‌شده در زمینه‌ی به‌کارگیری فوتوبیومدولیشن پس از CTR بهبود برخی شاخص‌های درد و عملکرد را گزارش کرده است.^(۱۹)

بیمار و اطمینان‌بخشی درباره‌ی گذرا بودن درد، اصلاح فعالیت‌ها (اجتناب از تکیه دادن مستقیم کف‌دست) و شروع توان‌بخشی ساده توصیه می‌شود. در صورت ناکافی بودن پاسخ طی ۴ تا ۸ هفته، مدالیته‌های اختصاصی‌تر کاردرمانی و درمان‌های کم‌تهاجمی (مانند ESWT یا PBMT) (Photobiomodulation Therapy) قابل طرح است.^(۱۷-۱۹) در موارد مقاوم بیش از ۳ تا ۶ ماه، ارزیابی مجدد برای تشخیص‌های افتراقی و در صورت نیاز مداخلات تزریقی یا جراحی انتخابی مطرح می‌شود.^(۱۲، ۱۵) اکثر بیماران با رویکردهای غیرجراحی بهبود می‌یابند که شامل:

آموزش، کاردرمانی و توان‌بخشی شبیه

مدیریت اسکار (ماساژ اسکار، ژل سیلیکون، تکنیک‌های کاهش حساسیت)، تمرینات دامنه حرکتی و بازگشت تدریجی به فعالیت و، در صورت نیاز، تقویت هدفمند عضلات تنار می‌تواند علائم موضعی را کاهش دهد. مرور مطالعات در حوزه‌ی مراقبت پس از CTR بر نبود شواهد باکیفیت برای پروتکلی واحد تأکید دارند. با این حال، مداخلات مبتنی بر عملکرد و کاهش حساسیت در عمل بالینی رایج است.^(۲۰، ۲۱)

دارودرمانی

برای کنترل درد کوتاه‌مدت پس از آزادسازی تونل کارپال استامینوفن و داروهای ضدالتهاب غیراستروئیدی معمولاً به‌عنوان گزینه‌های خط اول توصیه می‌شوند، چون در اغلب بیماران کنترل درد قابل‌قبولی ایجاد می‌کنند و ایمن‌تر هستند. شواهد کارآزمایی‌های بالینی و مرورهای اخیر بر برتری کلی رویکردهای غیرمخدر بر تجویز روتین اوپیوئیدها پس از عمل تأکید دارد.

اثر داروهای غیرمخدر (مثل ترکیب استامینوفن و ایبوپروفن) بدتر از داروهای مخدر نیست و از نظر کنترل درد پس از CTR با عوارض کمتر و خطرات کمتری مانند تهوع، یبوست، خواب‌آلودگی و وابستگی همراه هستند.^(۲۲، ۲۳)

مرورهای نظام‌مند اخیر نیز نتیجه‌ی مشابهی ارائه می‌کنند.^(۱۳) برای درد نوروپاتیکی غالب (سوزش یا تیرکشدگی)، استفاده‌ی کوتاه‌مدت از داروهایی مانند گاباپنتینوئیدها ممکن است مطرح شود، اما باید با توجه به پروفایل عوارض به صورت انتخابی و زمان‌مند تجویز شود.^(۲۴)

تزریق‌ها و مداخلات کم‌تهاجمی

تزریق کورتیکواستروئید در ناحیه‌ی پیلار یا اسکار در بعضی مراکز برای درد مقاوم استفاده می‌شود. با این حال، کارآزمایی دوسوکور اخیر روی تزریق حین عمل در محل پیلار بهبود معنی‌دار عملکرد یا کاهش درد پیلار را نشان نداد و حتی طولانی شدن زمان رفع درد در گروه استروئید گزارش شد.^(۲۵) بنابراین، تزریق استروئید باید با احتیاط و ترجیحاً پس از رد علل دیگر و در چهارچوب تصمیم‌گیری مشترک انجام شود.

شاک ویو خارج‌بدنی (ESWT)

ESWT یکی از درمان‌های نوین غیرتهاجمی برای درد پیلار مقاوم است. در کارآزمایی تصادفی دوسوکور، ESWT بهبود سریع‌تر درد و عملکرد را

جدول ۱: مقایسه‌ی درمان‌های غیرجراحی و کم‌تهاجمی برای درد پیلار یا درد پس از CTR		
مداخله	مزایا	محدودیت‌ها
آموزش + کاردرمانی (ماساژ اسکار)	کم‌خطر، قابل‌فردی‌سازی، بهبود عملکرد و تحمل فشار کف‌دست	شواهد RCT محدود و ناهمگون
NSAID و استامینوفن	کنترل درد بدون عوارض اوپیوئیدی	احتیاط در بیماری‌های گوارشی و کلیوی
گاباپنتینوئید	ممکن است برای درد نوروپاتیکی مفید باشد	خواب‌آلودگی و سرگیجه؛ انتخابی و کوتاه‌مدت
تزریق کورتون در ناحیه‌ی پیلار و اسکار	در برخی گزارش‌ها تسکین کوتاه‌مدت	شواهد متناقض؛ امکان طولانی شدن رفع درد
ESWT	بهبود درد و عملکرد در درد پیلار مقاوم	ناهمگونی پروتکل؛ نیاز به RCT‌های بزرگ
فوتوبیومدولیشن (PBMT)	کاهش درد و التهاب؛ غیرتهاجمی	پروتکل‌ها متغیر؛ دسترسی محدود
لیزر فرکشنال CO ₂	گزینه‌ی نوظهور برای موارد مقاوم	شواهد محدود، هزینه‌ی زیاد و دسترسی محدود

در موارد مقاوم، لیزر فرکشنال CO₂ به‌عنوان رویکرد جدید برای کاهش درد پیلار و بهبود کیفیت اسکار در یک مطالعه پایلوت گذشته‌نگر نتایج مثبتی نشان داده است؛^(۲۶) با این حال، سطح شواهد آن پایین‌تر است و هنوز به‌عنوان درمان استاندارد محسوب نمی‌شود.

مداخلات جراحی، پیشگیری و اصلاح تکنیک

انتخاب تکنیک جراحی کارپال تونل ریلیز (باز، اندوسکوپیک و تکنیک‌های کم‌تهاجمی) می‌تواند بر درمان درد موضعی، حساسیت اسکار و زمان بازگشت به فعالیت/ کار تأثیرگذار باشد. در یک کارآزمایی تصادفی جدید که نتایج بیماران تحت endoscopic و open CTR را مقایسه کرده است، تفاوت معنی‌داری در بهبود علائم و نتایج بلندمدت مشاهده نشد،

الگوریتم پیشنهادی مدیریت درد پیلار

مرحله اول (۰-۶ هفته پس از جراحی)

رویکرد محافظه کارانه شامل آموزش بیمار و اطمینان بخشی درباره‌ی سیر معمول علائم، تعدیل فعالیت‌های تشدیدکننده فشار کف دست، تجویز مسکن‌های ساده مانند استامینوفن یا NSAID در صورت نیاز به همراه مراقبت از اسکار و آغاز تمرینات دامنه‌ی حرکتی ملایم.

مرحله دوم (۶-۱۲ هفته)

در صورت تداوم علائم، شروع کاردرمانی ساختاریافته با تمرکز بر تکنیک‌های کاهش حساسیت، ماساژ عمقی کنترل‌شده‌ی اسکار و تمرینات عملکردی هدفمند. در این مرحله می‌توان از مدالیته‌های غیرتهاجمی مانند Photobiomodulation Therapy (PBMT) نیز به‌عنوان درمان کمکی استفاده کرد.

مرحله سوم (بیش از ۱۲ هفته یا درد متوسط تا شدید مقاوم)

در موارد مقاوم، مداخلات کم‌تهاجمی مانند ESWT مدنظر قرار می‌گیرد.

مرحله چهارم (بیش از ۳-۶ ماه یا شک به علت ساختاری)

در صورت تداوم درد یا شک به پاتولوژی زمینه‌ای، انجام بررسی‌های تکمیلی شامل تصویربرداری و مطالعات الکترودیگنوستیک توصیه می‌شود. براساس یافته‌ها، تصمیم‌گیری برای مداخلات هدفمند مانند تزریق انتخابی یا جراحی اصلاحی (برای مثال، درمان نوروما یا برداشت هوک همیت) انجام می‌شود.

بحث

شواهد جدید نشان می‌دهد که مدیریت موفق درد پیلار بیش از آنکه به «یک درمان واحد» وابسته باشد، به تشخیص صحیح مکانیسم غالب و اجرای درمان مرحله‌ای وابسته است. متآنالیزها تأکید می‌کنند که بیشتر موارد ظرف ۶ ماه بهبود می‌یابند و بنابراین آموزش بیمار و پرهیز از مداخلات تهاجمی زود هنگام ضروری است.^(۵) درعین حال، ظهور RCT‌های هدفمند مانند ESWT و RCT‌های حوزه‌ی درد پس از CTR به سمت کاهش مصرف اویپوئید و استفاده از درمان‌های غیرتهاجمی حرکت کرده است.^(۱۳، ۲۲، ۲۳) از منظر پیشگیری، داده‌هایی درباره‌ی ترمیم پوست نشان می‌دهد که جزئیات تکنیکی ساده می‌تواند بر تجربه‌ی درد اولیه‌ی بیمار اثر معنادار بگذارد.^(۳۹) برای آینده، نیاز به کارآزمایی‌های چندمرکزی با تعریف استاندارد از «درد پیلار»، اندازه‌ی نمونه‌ی کافی و پیگیری حداقل ۶ تا ۱۲ ماه احساس می‌شود.

نتیجه‌گیری

درد پیلار پس از CTR شایع ولی غالباً گذرا است. علت‌شناسی آن چندعاملی است و از تغییرات بیومکانیکی تا درگیری اعصاب پوستی و اسکار را در بر می‌گیرد.

اگرچه تکنیک اندوسکوپیک در برخی جنبه‌های اولیه‌ی بهبودی عملکرد و کاهش درد بهتر عمل کرد.^(۲۷)

همچنین، مرورهای نظام‌مند و متآنالیزهای اخیر نشان می‌دهند که روش اندوسکوپیک معمولاً با بهبودهای نسبی در میزان رضایت بیمار، زمان بازگشت سریع‌تر به کار و کاهش حساسیت‌های مرتبط با اسکار همراه است، ولی تفاوت کلی در پیامدهای بلندمدت در مقایسه با روش باز ناچیز است. به‌علاوه، هر دو روش ایمن و مؤثر شناخته شده‌اند و انتخاب روش باید براساس تجربه‌ی جراح و اولویت‌های بیمار انجام شود.^(۲۸)

محل برش و ترمیم پوست و اسکار

انتخاب محل برش و روش ترمیم پوست می‌تواند در حساسیت موضعی و درد کوتاه‌مدت نقش داشته باشد.

در کارآزمایی‌های تصادفی قدیمی‌تر، تفاوت معنی‌دار در درد پیلار بین برخی برش‌ها مشاهده نشد، اما حساسیت اسکار می‌تواند متفاوت باشد.^(۲۹) در یک RCT جدید (۲۰۲۵)، ترمیم زیرجلدی با مؤتوکریل جذب‌شونده در مقایسه با بخیه‌ی نایلون منقطع، کاهش درد پیلار و بهبود کیفیت اسکار در دوره‌های اولیه پس از عمل را نشان داد.

دو مطالعه درباره‌ی تأثیر استفاده از درن در جراحی CTR، نتایج متفاوتی نشان دادند. در مطالعه‌ی عبدلی و همکاران استفاده از درن نتایج بالینی اثربخشی نداشت.^(۳۰، ۳۱) علاوه بر این، در یک کارآزمایی بالینی تصادفی در سال ۲۰۲۵، مقایسه‌ی بخیه‌ی ساده با Vertical Mattress در برش پالمار نشان داد که انتخاب تکنیک بخیه در طولانی‌مدت بر درد پس از عمل و کیفیت اسکار اثرگذار نیست.^(۳۲)

اصلاحات تکنیکی برای کاهش درد پیلار

برخی اصلاحات تکنیکی با هدف کاهش آسیب بافتی و اسکار (مانند تغییر مسیر برش، کاهش کشش روی برجستگی‌های تار و هیپوتنار، یا رویکردهای پروگزیمال) پیشنهاد شده‌اند. مطالعات جدید درباره‌ی رویکردهای با دید مستقیم از برش پروگزیمال یا ابزارهای مینی‌اینسیژن نتایج قابل قبول گزارش کرده‌اند، اما نیاز به داده‌های سطح بالاتر برای قضاوت قطعی وجود دارد.^(۳۳، ۳۴)

مدیریت موارد مقاوم و جراحی انتخابی

اگر درد بیش از ۳ تا ۶ ماه پایدار بماند، ارزیابی دقیق برای علل ساختاری ضروری است. در درد اولنار مقاوم با شواهد درگیری هوک همیت، برداشت جراحی هوک همیت می‌تواند علائم را بهبود دهد.^(۳۵)

در موارد نوروما یا گیرافتادگی شاخه‌ی پوستی کف‌دستی، آزادسازی شاخه‌ی پوستی یا تکنیک‌های درمان نوروما از جمله روش‌های نوین مانند TMR (Targeted Muscle Reinnervation) در موارد منتخب گزارش شده‌اند.^(۳۶، ۳۷) در جراحی‌های مجدد CTS، گزینه‌هایی مانند فلپ چربی هیپوتنار برای پوشش عصب مدین مطرح است و شواهد جدیدتر نیز اثربخشی آن را در برخی مطالعات نشان داده‌اند.^(۳۸، ۳۷)

1;33(7):e356-e366. doi: [10.5435/JAOS-D-24-01179](https://doi.org/10.5435/JAOS-D-24-01179). Epub 2024 Dec 3. PMID: 39637428; PMCID: PMC11928260.

8. Sprangers PN, Westenberg RF, Langer MF, Oflazoglu K, van der Heijden EPA. State of the art review. Complications after carpal tunnel release. *J Hand Surg Eur Vol.* 2024 Feb;49(2):201-214. doi: [10.1177/17531934231196407](https://doi.org/10.1177/17531934231196407). PMID: 38315129.

9. Citron ND, Bendall SP. Local symptoms after open carpal tunnel release. A randomized prospective trial of two incisions. *J Hand Surg Br.* 1997 Jun;22(3):317-21. doi: [10.1016/s0266-7681\(97\)80393-2](https://doi.org/10.1016/s0266-7681(97)80393-2). PMID: 9222908.

10. Newington L, Madan I, Sandford F. Driving, work, wound care and rehabilitation after carpal tunnel release: Consensus recommendations from a UK Delphi study. *Hand Ther.* 2022 Sep;27(3):71-82. doi: [10.1177/17589983221113870](https://doi.org/10.1177/17589983221113870). Epub 2022 Jul 15. PMID: 37905199; PMCID: PMC10588429.

11. Babiker-Moore T, Clark CJ, Kavanagh E, Crook TB. The effect of preoperative interventions on postoperative outcomes following elective hand surgery: A systematic review. *Hand Ther.* 2025 Mar;30(1):19-33. doi: [10.1177/17589983241301449](https://doi.org/10.1177/17589983241301449). Epub 2024 Dec 2. PMID: 39691467; PMCID: PMC11649184.

12. Dawod MS, Alswerki MN, Al Ja'ar SM, Keilani DZ, Keilani LZ, Alani MA, Saimeh TH, Al-Tamimi S, Al-Shibly SM, Saimeh ZH, Al-Juboori MA, Alelaumi A, Alsheikh FT, Kamal TW, Khanfar A. Optimizing Recovery After Carpal Tunnel Syndrome Release Surgery: The Role of Counseling in Pain Management and Perioperative Functional Enhancement. *J Multidiscip Healthc.* 2024 Mar 4;17:971-980. doi: [10.2147/JMDH.S451008](https://doi.org/10.2147/JMDH.S451008). PMID: 38465327; PMCID: PMC10921890.

13. Pruthi S, Rehder J, Toedt M, Okeke R, Mailey B. Carpal Tunnel Release Postoperative Pain Management: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *J Hand Surg Glob Online.* 2025 May 21;8(1):100642. doi: [10.1016/j.jhsg.2024.08.016](https://doi.org/10.1016/j.jhsg.2024.08.016). PMID: 41446314; PMCID: PMC12723376.

14. Taleisnik J. The palmar cutaneous branch of the median nerve and the approach to the carpal tunnel. An anatomical study. *J Bone Joint Surg Am.* 1973 Sep;55(6):1212-7. PMID: 4758035.

15. Ilyas AM, Miller AJ, Graham JG, Matzon JL. Pain Management After Carpal Tunnel Release Surgery: A Prospective Randomized Double-Blinded Trial Comparing Acetaminophen, Ibuprofen, and Oxycodone. *J Hand Surg Am.* 2018 Oct;43(10):913-919. doi: [10.1016/j.jhsa.2018.08.011](https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2018.08.011). PMID: 30286851.

16. Ilyas AM, Miller AJ, Graham JG, Matzon JL. A Prospective, Randomized, Double-Blinded Trial Comparing Acetaminophen, Ibuprofen, and Oxycodone for Pain Management After Hand Surgery. *Orthopedics.* 2019 Mar 1;42(2):110-115. doi: [10.3928/01477447-20190221-02](https://doi.org/10.3928/01477447-20190221-02). Epub 2019 Feb 27. PMID: 30810754.

17. Turgut MC, Saglam G, Toy S. Efficacy of extracorporeal shock wave therapy for pillar pain after open carpal tunnel release: a double-blind, randomized, sham-controlled study. *Korean J Pain.* 2021 Jul

مدیریت مبتنی بر آموزش بیمار، توان‌بخشی و داروهای غیرمخدر، با افزودن انتخابی درمان‌های کم‌تهاجمی مانند ESWT یا PBMT در موارد مقاوم، رویکردی منطقی و مبتنی بر شواهد فعلی است. در درد پایدار، ارزیابی مجدد و درمان هدفمند (مانند مدیریت نوروما یا علل استخوانی و مفصلی) اهمیت دارد.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافی اعلام نکرده‌اند. در نگارش این مقاله از هوش مصنوعی استفاده نشده است.

منابع

1. Kharwadkar N, Naique S, Molitor PJ. Prospective randomized trial comparing absorbable and non-absorbable sutures in open carpal tunnel release. *J Hand Surg Br.* 2005 Feb;30(1):92-5. doi: [10.1016/j.jhsb.2004.10.009](https://doi.org/10.1016/j.jhsb.2004.10.009). PMID: 15620502.
2. Kimura H, Sato K, Matsumura N, Suzuki T, Iwamoto T, Ohori K, Yamada Y, Matsumoto M, Nakamura M, Jinzaki M, Nagura T. Evaluation of Dynamic Carpal Arch Stability following Carpal Tunnel Release Using Four-Dimensional Computed Tomography. *J Hand Microsurg.* 2021 Jul;13(3):138-142. doi: [10.1055/s-0040-1718969](https://doi.org/10.1055/s-0040-1718969). Epub 2020 Nov 19. PMID: 34511829; PMCID: PMC8426082.
3. Schiller JR, Brooks JJ, Mansuripur PK, Gil JA, Akelman E. Three-Dimensional Carpal Kinematics after Carpal Tunnel Release. *J Wrist Surg.* 2016 Aug;5(3):222-6. doi: [10.1055/s-0036-1578812](https://doi.org/10.1055/s-0036-1578812). Epub 2016 Feb 19. PMID: 27468373; PMCID: PMC4959894.
4. Rellan I, Donndorff AG, Gallucci GL, De Carli P, Bronenberg Victorica P, Avanzi R, Huespe IA, Boretto JG. Pillar pain incidence, duration, and psychological correlations in WALANT. A prospective study of 170 patients. *J Hand Microsurg.* 2024 Sep 27;17(2):100165. doi: [10.1016/j.jham.2024.100165](https://doi.org/10.1016/j.jham.2024.100165). PMID: 40538647; PMCID: PMC12173819.
5. Kumar AA, Lawson-Smith M. Pillar Pain After Minimally Invasive and Standard Open Carpal Tunnel Release: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Hand Surg Glob Online.* 2024 Jan 4;6(2):212-221. doi: [10.1016/j.jhsg.2023.12.003](https://doi.org/10.1016/j.jhsg.2023.12.003). PMID: 38903842; PMCID: PMC11185895.
6. Arabzadeh A, Guity M, Ayati Firoozabadi M, Salkhori O, Khabiri SS, Naghizadeh H. Comparison of two skin closure techniques in open carpal tunnel release: a randomized controlled trial on postoperative pillar pain and scar quality. *Ann Med Surg (Lond).* 2025 Aug 5;87(9):5542-5550. doi: [10.1097/MS9.0000000000003672](https://doi.org/10.1097/MS9.0000000000003672). PMID: 40901161; PMCID: PMC12401450.
7. Shapiro LM, Kamal RN; Management of Carpal Tunnel Syndrome Work Group; American Academy of Orthopaedic Surgeons. American Academy of Orthopaedic Surgeons/ASSH Clinical Practice Guideline Summary Management of Carpal Tunnel Syndrome. *J Am Acad Orthop Surg.* 2025 Apr

Epub 2023 Jul 28. PMID: 37506348.

27. MacDermid JC, Richards RS, Roth JH, Ross DC, King GJW. Endoscopic versus open carpal tunnel release: A randomized trial. *J Hand Surg Am.* 2025 Aug;50(8):979-984. doi: [10.1016/j.jhsa.2025.05.018](https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2025.05.018). PMID: 40769635.

28. Li Y, Luo W, Wu G, Cui S, Zhang Z, Gu X. Open versus endoscopic carpal tunnel release: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020 Apr 27;21(1):272. doi: [10.1186/s12891-020-03306-1](https://doi.org/10.1186/s12891-020-03306-1). PMID: 32340621; PMCID: PMC7187537.

29. Luo Z, Ma T, Tian S, Yu K, Tian D. Predictors for Postoperative Nerve Recovery in Severe Carpal Tunnel Syndrome. *J Pain Res.* 2025 May 19;18:2559-2565. doi: [10.2147/JPR.S519904](https://doi.org/10.2147/JPR.S519904). PMID: 40417074; PMCID: PMC12101448.

30. Saeed-Bandaky SH, Malekzadeh M, Tafti A. Penrose Drain for Carpal Tunnel Release: A Randomized Controlled Trial. *J Orthop Spine Trauma.* 2024;10(1):15-18.

31. Abdoli Tafti, A., Farhadirad, H., Farhadirad, M., Saeed-Banadaky, S. H., Gholizadeh, M., Farhadirad, P. Drain Use in Bilateral Carpal Tunnel Release: A Randomized Clinical Trial on Efficacy and Patient Satisfaction. *The Archives of Bone and Joint Surgery,* 2025; in Press. doi: [10.22038/abjs.2025.86992.3948](https://doi.org/10.22038/abjs.2025.86992.3948)

32. Abdoli Tafti A, Gholizadeh M. Simple Suture vs. Vertical Mattress: Choosing the Best Suture for Palmar Incision Based on a Randomized Clinical Trial. *J Orthop Spine Trauma.* 2025;11(3):111-5.

33. Guo T, Li C, Tian D, Gao R, Yu K, Sun N, Yang J, Bai J. Comparative Analysis of a New Device-Assisted Mini-Incision Versus Conventional Surgery for Carpal Tunnel Syndrome: A Retrospective Study of 109 Cases. *Ther Clin Risk Manag.* 2025 Apr 23;21:511-522. doi: [10.2147/TCRM.S514225](https://doi.org/10.2147/TCRM.S514225). PMID: 40290858; PMCID: PMC12034282.

34. Hartrick OJ, Turner RK, Freethy A, Khatri C, Chong L, Wade RG, Wormald JCR, Wiberg A, Rodrigues JN, Harrison C. Time to recovery following open and endoscopic carpal tunnel decompression: meta-analysis. *BJS Open.* 2025 Jul 1;9(4):zraf085. doi: [10.1093/bjsopen/zraf085](https://doi.org/10.1093/bjsopen/zraf085). PMID: 40699057; PMCID: PMC12284922.

35. Robichaux B, Watson H, Mastella D, Ashmead D, Gale A, Wollstein R. Treatment of Intractable Pillar Pain With Excision of the Hook of Hamate. *Plast Surg (Oakv).* 2023 May;31(2):151-153. doi: [10.1177/22925503211034834](https://doi.org/10.1177/22925503211034834). Epub 2021 Oct 21. PMID: 37188132; PMCID: PMC10170642.

36. Liu AM, Mirlle V, Lee C, Wolf JM, Strelzow J. Carpal Tunnel Release: A Four-Specialty Comparison Demonstrating Equal Clinical and Economic Efficacy. *J Hand Surg Glob Online.* 2025 Oct 31;8(1):100863. doi: [10.1016/j.jhsg.2025.100863](https://doi.org/10.1016/j.jhsg.2025.100863). PMID: 41246360; PMCID: PMC12617618.

37. Shields LBE, Iyer VG, Zhang YP, Shields CB. Iatrogenic median and ulnar nerve injuries during carpal tunnel release: clinical, electrodiagnostic, and ultrasound features in 12 patients. *Patient series. J*

1;34(3):315-321. doi: [10.3344/kjp.2021.34.3.315](https://doi.org/10.3344/kjp.2021.34.3.315). PMID: 34193637; PMCID: PMC8255150.

18. Haghghat S, Zarezadeh A, Khosrawi S, Oreizi A. Extracorporeal Shockwave Therapy in Pillar Pain after Carpal Tunnel Release: A Prospective Randomized Controlled Trial. *Adv Biomed Res.* 2019 Apr 30;8:31. doi: [10.4103/abr.abr_86_18](https://doi.org/10.4103/abr.abr_86_18). PMID: 31214549; PMCID: PMC6521616.

19. Romeo P, d'Agostino MC, Lazzarini A, Sansone VC. Extracorporeal shock wave therapy in pillar pain after carpal tunnel release: a preliminary study. *Ultrasound Med Biol.* 2011 Oct;37(10):1603-8. doi: [10.1016/j.ultrasmedbio.2011.07.002](https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2011.07.002). Epub 2011 Aug 19. PMID: 21856074.

20. Horne MJ, Kotamarti VS, Patel A. Reducing Opioid Exposure Following Common Ambulatory Hand Surgery: A Systematic Review. *Hand (N Y).* 2025 Jan;20(1):49-57. doi: [10.1177/15589447231168909](https://doi.org/10.1177/15589447231168909). Epub 2023 May 9. PMID: 37157827; PMCID: PMC11653280.

21. Gilmer G, Cluts L, Gibbons JL, Fowler J. A Randomized-Controlled Trial Evaluating the Impact of a Web Tutorial on Perceptions and Usage of Opioids Post-Carpal Tunnel Release Surgery. *J Hand Surg Glob Online.* 2024 Apr 12;6(4):514-518. doi: [10.1016/j.jhsg.2024.03.010](https://doi.org/10.1016/j.jhsg.2024.03.010). PMID: 39166193; PMCID: PMC11331156.

22. Lalonde DH, Lalonde JF, MacDermid JC, Chung KC, Gan BS, Mierisch C, Van Demark RE Jr, Luc M. Time to Stop Routinely Prescribing Opiates after Carpal Tunnel Release. *Plast Reconstr Surg.* 2022 Mar 1;149(3):651-660. doi: [10.1097/PRS.00000000000008834](https://doi.org/10.1097/PRS.00000000000008834). PMID: 35041636.

23. Grandizio LC, Zhang H, Dwyer CL, Goldberg SH, Klena JC. Opioid Versus Nonopioid Analgesia After Carpal Tunnel Release: A Randomized, Prospective Study. *Hand (N Y).* 2021 Jan;16(1):38-44. doi: [10.1177/1558944719836211](https://doi.org/10.1177/1558944719836211). Epub 2019 Mar 29. PMID: 30924372; PMCID: PMC7818044.

24. Verret M, Lauzier F, Zarychanski R, Perron C, Savard X, Pinar AM, Leblanc G, Cossi MJ, Neveu X, Turgeon AF; Canadian Perioperative Anesthesia Clinical Trials (PACT) Group. Perioperative Use of Gabapentinoids for the Management of Postoperative Acute Pain: A Systematic Review and Meta-analysis. *Anesthesiology.* 2020 Aug;133(2):265-279. doi: [10.1097/ALN.0000000000003428](https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000003428). Erratum in: *Anesthesiology.* 2020 Nov 1;133(5):1159. doi: [10.1097/ALN.0000000000003549](https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000003549). PMID: 32667154.

25. Tuntiyatorn P, Rojpitipongsakorn C, Ponghunsu S, Kanchanathepsak T, Tawonsawatruk T. "Intraoperative pillar corticosteroid injection": does it improve clinical outcomes after carpal tunnel release surgery? A double-blind, randomized controlled study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2025 Dec 13;27(1):43. doi: [10.1186/s12891-025-09393-2](https://doi.org/10.1186/s12891-025-09393-2). PMID: 41390622; PMCID: PMC12817874.

26. Chuah JP, Khoo SS, Chung TY, Jayaletchumi G. Photobiomodulation Therapy in Carpal Tunnel Release: A Randomized Controlled Trial. *Photobiomodul Photomed Laser Surg.* 2023 Aug;41(8):402-407. doi: [10.1089/photob.2023.0018](https://doi.org/10.1089/photob.2023.0018).

PMID: 41034469; PMCID: PMC12488853.

39. Boriani F, Granchi D, Roatti G, Merlini L, Sabattini T, Baldini N. Alpha-lipoic Acid After Median Nerve Decompression at the Carpal Tunnel: A Randomized Controlled Trial. *J Hand Surg Am.* 2017 Apr;42(4):236-242. doi: [10.1016/j.jhsa.2017.01.011](https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2017.01.011). Epub 2017 Feb 28. PMID: 28249792.

Neurosurg Case Lessons. 2023 Mar 6;5(10):CASE22543. doi: [10.3171/CASE22543](https://doi.org/10.3171/CASE22543). PMID: 36880513; PMCID: PMC10550664.

38. Dawod MS, Alswerki MN, Alelaumi AF, Alqawasm MS, Khasawneh SY, Alrayes B, Hamadeen AE, Alqudah M, Al-Amer K, Khanfar A. Patient-reported outcomes and functional recovery after carpal tunnel surgery in a developing health care system: insights from clinical practice. *Sci Rep.* 2025 Oct 1;15(1):34224. doi: [10.1038/s41598-025-16058-6](https://doi.org/10.1038/s41598-025-16058-6).

- PMCID: [PMC12617618](#).
37. Shields LBE, Iyer VG, Zhang YP, Shields CB. Iatrogenic median and ulnar nerve injuries during carpal tunnel release: clinical, electrodiagnostic, and ultrasound features in 12 patients. Patient series. J Neurosurg Case Lessons. 2023 Mar 6;5(10):CASE22543. doi: [10.3171/CASE22543](#). PMID: 36880513; PMCID: [PMC10550664](#).
 38. Dawod MS, Alswerki MN, Alelaumi AF, Alqawasmi MS, Khasawneh SY, Alrayes B, Hamadeen AE, Alqudah M, Al-Amer K, Khanfar A. Patient-reported outcomes and functional recovery after carpal tunnel surgery in a developing health care system: insights from clinical practice. Sci Rep. 2025 Oct 1;15(1):34224. doi: [10.1038/s41598-025-16058-6](#). PMID: 41034469; PMCID: [PMC12488853](#).
 39. Boriani F, Granchi D, Roatti G, Merlini L, Sabattini T, Baldini N. Alpha-lipoic Acid After Median Nerve Decompression at the Carpal Tunnel: A Randomized Controlled Trial. J Hand Surg Am. 2017 Apr;42(4):236-242. doi: [10.1016/j.jhsa.2017.01.011](#). Epub 2017 Feb 28. PMID: 28249792.

15. Ilyas AM, Miller AJ, Graham JG, Matzon JL. Pain Management After Carpal Tunnel Release Surgery: A Prospective Randomized Double-Blinded Trial Comparing Acetaminophen, Ibuprofen, and Oxycodone. *J Hand Surg Am.* 2018 Oct;43(10):913-919. doi: [10.1016/j.jhsa.2018.08.011](https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2018.08.011). PMID: 30286851.
16. Ilyas AM, Miller AJ, Graham JG, Matzon JL. A Prospective, Randomized, Double-Blinded Trial Comparing Acetaminophen, Ibuprofen, and Oxycodone for Pain Management After Hand Surgery. *Orthopedics.* 2019 Mar 1;42(2):110-115. doi: [10.3928/01477447-20190221-02](https://doi.org/10.3928/01477447-20190221-02). Epub 2019 Feb 27. PMID: 30810754.
17. Turgut MC, Saglam G, Toy S. Efficacy of extracorporeal shock wave therapy for pillar pain after open carpal tunnel release: a double-blind, randomized, sham-controlled study. *Korean J Pain.* 2021 Jul 1;34(3):315-321. doi: [10.3344/kjp.2021.34.3.315](https://doi.org/10.3344/kjp.2021.34.3.315). PMID: 34193637; PMCID: [PMC8255150](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC8255150/).
18. Haghghat S, Zarezadeh A, Khosrawi S, Oreizi A. Extracorporeal Shockwave Therapy in Pillar Pain after Carpal Tunnel Release: A Prospective Randomized Controlled Trial. *Adv Biomed Res.* 2019 Apr 30;8:31. doi: [10.4103/abr.abr.86.18](https://doi.org/10.4103/abr.abr.86.18). PMID: 31214549; PMCID: [PMC6521616](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC6521616/).
19. Romeo P, d'Agostino MC, Lazzarini A, Sansone VC. Extracorporeal shock wave therapy in pillar pain after carpal tunnel release: a preliminary study. *Ultrasound Med Biol.* 2011 Oct;37(10):1603-8. doi: [10.1016/j.ultrasmedbio.2011.07.002](https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2011.07.002). Epub 2011 Aug 19. PMID: 21856074.
20. Horne MJ, Kotamarti VS, Patel A. Reducing Opioid Exposure Following Common Ambulatory Hand Surgery: A Systematic Review. *Hand (N Y).* 2025 Jan;20(1):49-57. doi: [10.1177/15589447231168909](https://doi.org/10.1177/15589447231168909). Epub 2023 May 9. PMID: 37157827; PMCID: [PMC11653280](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC11653280/).
21. Gilmer G, Cluts L, Gibbons JL, Fowler J. A Randomized-Controlled Trial Evaluating the Impact of a Web Tutorial on Perceptions and Usage of Opioids Post-Carpal Tunnel Release Surgery. *J Hand Surg Glob Online.* 2024 Apr 12;6(4):514-518. doi: [10.1016/j.jhsg.2024.03.010](https://doi.org/10.1016/j.jhsg.2024.03.010). PMID: 39166193; PMCID: [PMC11331156](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC11331156/).
22. Lalonde DH, Lalonde JF, MacDermid JC, Chung KC, Gan BS, Mierisch C, Van Demark RE Jr, Luc M. Time to Stop Routinely Prescribing Opiates after Carpal Tunnel Release. *Plast Reconstr Surg.* 2022 Mar 1;149(3):651-660. doi: [10.1097/PRS.00000000000008834](https://doi.org/10.1097/PRS.00000000000008834). PMID: 35041636.
23. Grandizio LC, Zhang H, Dwyer CL, Goldberg SH, Klena JC. Opioid Versus Nonopioid Analgesia After Carpal Tunnel Release: A Randomized, Prospective Study. *Hand (N Y).* 2021 Jan;16(1):38-44. doi: [10.1177/1558944719836211](https://doi.org/10.1177/1558944719836211). Epub 2019 Mar 29. PMID: 30924372; PMCID: [PMC7818044](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC7818044/).
24. Verret M, Lauzier F, Zarychanski R, Perron C, Savard X, Pinar AM, Leblanc G, Cossi MJ, Neveu X, Turgeon AF; Canadian Perioperative Anesthesia Clinical Trials (PACT) Group. Perioperative Use of Gabapentinoids for the Management of Postoperative Acute Pain: A Systematic Review and Meta-analysis. *Anesthesiology.* 2020 Aug;133(2):265-279. doi: [10.1097/ALN.00000000000003428](https://doi.org/10.1097/ALN.00000000000003428). Erratum in: *Anesthesiology.* 2020 Nov 1;133(5):1159. doi: [10.1097/ALN.00000000000003549](https://doi.org/10.1097/ALN.00000000000003549). PMID: 32667154.
25. Tuntiyatorn P, Rojpitongsakorn C, Ponghunsu S, Kanchanathepsak T, Tawonsawatruk T. "Intraoperative pillar corticosteroid injection": does it improve clinical outcomes after carpal tunnel release surgery? A double-blind, randomized controlled study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2025 Dec 13;27(1):43. doi: [10.1186/s12891-025-09393-2](https://doi.org/10.1186/s12891-025-09393-2). PMID: 41390622; PMCID: [PMC12817874](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC12817874/).
26. Chuah JP, Khoo SS, Chung TY, Jayaletchumi G. Photobiomodulation Therapy in Carpal Tunnel Release: A Randomized Controlled Trial. *Photobiomodul Photomed Laser Surg.* 2023 Aug;41(8):402-407. doi: [10.1089/photob.2023.0018](https://doi.org/10.1089/photob.2023.0018). Epub 2023 Jul 28. PMID: 37506348.
27. MacDermid JC, Richards RS, Roth JH, Ross DC, King GJW. Endoscopic versus open carpal tunnel release: A randomized trial. *J Hand Surg Am.* 2025 Aug;50(8):979-984. doi: [10.1016/j.jhsa.2025.05.018](https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2025.05.018). PMID: 40769635.
28. Li Y, Luo W, Wu G, Cui S, Zhang Z, Gu X. Open versus endoscopic carpal tunnel release: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020 Apr 27;21(1):272. doi: [10.1186/s12891-020-03306-1](https://doi.org/10.1186/s12891-020-03306-1). PMID: 32340621; PMCID: [PMC7187537](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC7187537/).
29. Luo Z, Ma T, Tian S, Yu K, Tian D. Predictors for Postoperative Nerve Recovery in Severe Carpal Tunnel Syndrome. *J Pain Res.* 2025 May 19;18:2559-2565. doi: [10.2147/JPR.S519904](https://doi.org/10.2147/JPR.S519904). PMID: 40417074; PMCID: [PMC12101448](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC12101448/).
30. Saeed-Bandaky SH, Malekzadeh M, Tafti A. Penrose Drain for Carpal Tunnel Release: A Randomized Controlled Trial. *J Orthop Spine Trauma.* 2024;10(1):15-18.
31. Abdoli Tafti, A., Farhadirad, H., Farhadirad, M., Saeed-Banadaky, S. H., Gholizadeh, M., Farhadirad, P. Drain Use in Bilateral Carpal Tunnel Release: A Randomized Clinical Trial on Efficacy and Patient Satisfaction. *The Archives of Bone and Joint Surgery*, 2025; in Press. doi: [10.22038/abjs.2025.86992.3948](https://doi.org/10.22038/abjs.2025.86992.3948)
32. Abdoli Tafti A, Gholizadeh M. Simple Suture vs. Vertical Mattress: Choosing the Best Suture for Palmar Incision Based on a Randomized Clinical Trial. *J Orthop Spine Trauma.* 2025;11(3):111-5.
33. Guo T, Li C, Tian D, Gao R, Yu K, Sun N, Yang J, Bai J. Comparative Analysis of a New Device-Assisted Mini-Incision Versus Conventional Surgery for Carpal Tunnel Syndrome: A Retrospective Study of 109 Cases. *Ther Clin Risk Manag.* 2025 Apr 23;21:511-522. doi: [10.2147/TCRM.S514225](https://doi.org/10.2147/TCRM.S514225). PMID: 40290858; PMCID: [PMC12034282](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC12034282/).
34. Hartrick OJ, Turner RK, Freethy A, Khatri C, Chong L, Wade RG, Wormald JCR, Wiberg A, Rodrigues JN, Harrison C. Time to recovery following open and endoscopic carpal tunnel decompression: meta-analysis. *BJS Open.* 2025 Jul 1;9(4):zraf085. doi: [10.1093/bjsopen/zraf085](https://doi.org/10.1093/bjsopen/zraf085). PMID: 40699057; PMCID: [PMC12284922](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC12284922/).
35. Robichaux B, Watson H, Mastella D, Ashmead D, Gale A, Wollstein R. Treatment of Intractable Pillar Pain With Excision of the Hook of Hamate. *Plast Surg (Oakv).* 2023 May;31(2):151-153. doi: [10.1177/22925503211034834](https://doi.org/10.1177/22925503211034834). Epub 2021 Oct 21. PMID: 37188132; PMCID: [PMC10170642](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC10170642/).
36. Liu AM, Mirle V, Lee C, Wolf JM, Strelzow J. Carpal Tunnel Release: A Four-Specialty Comparison Demonstrating Equal Clinical and Economic Efficacy. *J Hand Surg Glob Online.* 2025 Oct 31;8(1):100863. doi: [10.1016/j.jhsg.2025.100863](https://doi.org/10.1016/j.jhsg.2025.100863). PMID: 41246360;

RCTs; such as those evaluating ESWT, and studies addressing post-CTR pain within the broader context of reducing opioid use have shifted clinical practice toward non-invasive approaches.^(13, 22, 23) From a preventive standpoint, data on skin-closure techniques suggest that even minor technical details can meaningfully influence early pain experiences following surgery.⁽³⁹⁾ Looking forward, there is a clear need for multicenter trials employing standardized definitions of “pillar pain,” adequate sample sizes, and follow-up periods of at least 6 to 12 months.

Conclusion

Pillar pain after CTR is common but typically self-limiting. Its etiology is multifactorial, encompassing biomechanical changes, cutaneous nerve involvement, and scar-related factors. A management approach centered on patient education, rehabilitation, and non-opioid analgesics, supplemented selectively with minimally invasive modalities such as ESWT or PBMT in refractory cases, is consistent with current evidence. For persistent pain, reassessment and targeted treatment (e.g., neuroma management or addressing underlying osseous or articular pathology) become essential.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest. No artificial intelligence was used in the writing of this article.

References

1. Kharwadkar N, Naique S, Molitor PJ. Prospective randomized trial comparing absorbable and non-absorbable sutures in open carpal tunnel release. *J Hand Surg Br.* 2005 Feb;30(1):92-5. doi: [10.1016/j.jhsb.2004.10.009](https://doi.org/10.1016/j.jhsb.2004.10.009). PMID: 15620502.
2. Kimura H, Sato K, Matsumura N, Suzuki T, Iwamoto T, Ohori K, Yamada Y, Matsumoto M, Nakamura M, Jinzaki M, Nagura T. Evaluation of Dynamic Carpal Arch Stability following Carpal Tunnel Release Using Four-Dimensional Computed Tomography. *J Hand Microsurg.* 2021 Jul;13(3):138-142. doi: [10.1055/s-0040-1718969](https://doi.org/10.1055/s-0040-1718969). Epub 2020 Nov 19. PMID: 34511829; PMCID: [PMC8426082](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC8426082/).
3. Schiller JR, Brooks JJ, Mansuripur PK, Gil JA, Akelman E. Three-Dimensional Carpal Kinematics after Carpal Tunnel Release. *J Wrist Surg.* 2016 Aug;5(3):222-6. doi: [10.1055/s-0036-1578812](https://doi.org/10.1055/s-0036-1578812). Epub 2016 Feb 19. PMID: 27468373; PMCID: [PMC4959894](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC4959894/).
4. Rellan I, Donndorff AG, Gallucci GL, De Carli P, Bronenberg Victorica P, Avanzi R, Huespe IA, Boretto JG. Pillar pain incidence, duration, and psychological correlations in WALANT. A prospective study of 170 patients. *J Hand Microsurg.* 2024 Sep 27;17(2):100165. doi: [10.1016/j.jham.2024.100165](https://doi.org/10.1016/j.jham.2024.100165). PMID: 40538647; PMCID: [PMC12173819](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC12173819/).
5. Kumar AA, Lawson-Smith M. Pillar Pain After Minimally Invasive and Standard Open Carpal Tunnel Release: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Hand Surg Glob Online.* 2024 Jan 4;6(2):212-221. doi: [10.1016/j.jhsg.2023.12.003](https://doi.org/10.1016/j.jhsg.2023.12.003). PMID: 38903842; PMCID: [PMC11185895](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC11185895/).
6. Arabzadeh A, Guity M, Ayati Firoozabadi M, Salkhori O, Khabiri SS, Naghizadeh H. Comparison of two skin closure techniques in open carpal tunnel release: a randomized controlled trial on postoperative pillar pain and scar quality. *Ann Med Surg (Lond).* 2025 Aug 5;87(9):5542-5550. doi: [10.1097/MS9.0000000000003672](https://doi.org/10.1097/MS9.0000000000003672). PMID: 40901161; PMCID: [PMC12401450](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC12401450/).
7. Shapiro LM, Kamal RN; Management of Carpal Tunnel Syndrome Work Group; American Academy of Orthopaedic Surgeons. American Academy of Orthopaedic Surgeons/ASSH Clinical Practice Guideline Summary Management of Carpal Tunnel Syndrome. *J Am Acad Orthop Surg.* 2025 Apr 1;33(7):e356-e366. doi: [10.5435/JAAOS-D-24-01179](https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-24-01179). Epub 2024 Dec 3. PMID: 39637428; PMCID: [PMC11928260](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC11928260/).
8. Sprangers PN, Westenberg RF, Langer MF, Oflazoglu K, van der Heijden EPA. State of the art review. Complications after carpal tunnel release. *J Hand Surg Eur Vol.* 2024 Feb;49(2):201-214. doi: [10.1177/17531934231196407](https://doi.org/10.1177/17531934231196407). PMID: 38315129.
9. Citron ND, Bendall SP. Local symptoms after open carpal tunnel release. A randomized prospective trial of two incisions. *J Hand Surg Br.* 1997 Jun;22(3):317-21. doi: [10.1016/s0266-7681\(97\)80393-2](https://doi.org/10.1016/s0266-7681(97)80393-2). PMID: 9222908.
10. Newington L, Madan I, Sandford F. Driving, work, wound care and rehabilitation after carpal tunnel release: Consensus recommendations from a UK Delphi study. *Hand Ther.* 2022 Sep;27(3):71-82. doi: [10.1177/17589983221113870](https://doi.org/10.1177/17589983221113870). Epub 2022 Jul 15. PMID: 37905199; PMCID: [PMC10588429](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC10588429/).
11. Babiker-Moore T, Clark CJ, Kavanagh E, Crook TB. The effect of preoperative interventions on postoperative outcomes following elective hand surgery: A systematic review. *Hand Ther.* 2025 Mar;30(1):19-33. doi: [10.1177/17589983241301449](https://doi.org/10.1177/17589983241301449). Epub 2024 Dec 2. PMID: 39691467; PMCID: [PMC11649184](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC11649184/).
12. Dawod MS, Alswerki MN, Al Ja'ar SM, Keilani DZ, Keilani LZ, Alani MA, Saimeh TH, Al-Tamimi S, Al-Shibly SM, Saimeh ZH, Al-Juboori MA, Alelaumi A, Alsheikh FT, Kamal TW, Khanfar A. Optimizing Recovery After Carpal Tunnel Syndrome Release Surgery: The Role of Counseling in Pain Management and Perioperative Functional Enhancement. *J Multidiscip Healthc.* 2024 Mar 4;17:971-980. doi: [10.2147/JMDH.S451008](https://doi.org/10.2147/JMDH.S451008). PMID: 38465327; PMCID: [PMC10921890](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC10921890/).
13. Pruthi S, Rehder J, Toedt M, Okeke R, Mailey B. Carpal Tunnel Release Postoperative Pain Management: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *J Hand Surg Glob Online.* 2025 May 21;8(1):100642. doi: [10.1016/j.jhsg.2024.08.016](https://doi.org/10.1016/j.jhsg.2024.08.016). PMID: 41446314; PMCID: [PMC12723376](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC12723376/).
14. Taleisnik J. The palmar cutaneous branch of the median nerve and the approach to the carpal tunnel. An anatomical study. *J Bone Joint Surg Am.* 1973 Sep;55(6):1212-7. PMID: 4758035.

randomized controlled trial comparing endoscopic and open CTR, no significant differences were observed in symptom improvement or long-term outcomes; however, the endoscopic technique showed advantages in certain early postoperative functional measures and pain reduction.⁽²⁷⁾ Systematic reviews and meta-analyses similarly indicate that the endoscopic approach is often associated with modest improvements in patient satisfaction, faster return to work, and reduced scar-related sensitivity, while long-term outcomes remain largely comparable between the two techniques. Both methods are considered safe and effective, and technique selection should be based on surgeon experience and patient preference.⁽²⁸⁾

Incision Location, Skin Closure, and Scar-Related Factors

Incision placement and skin-closure technique may influence short-term localized sensitivity and discomfort. Earlier randomized trials found no significant differences in pillar pain among various incision designs, although scar tenderness may vary.⁽²⁹⁾ A recent RCT (2025) demonstrated that subcuticular closure using absorbable Monocryl, compared with interrupted nylon sutures, resulted in reduced pillar pain and improved early postoperative scar quality. Two studies evaluating the use of drains in CTR reported differing results; in the study by Abdali et al., drain placement did not yield superior clinical outcomes.^(30, 31) Additionally, a 2025 randomized clinical trial comparing simple interrupted versus vertical mattress sutures in a palmar incision found no long-term difference in postoperative pain or scar quality attributable to suture technique.⁽³²⁾

Technical Modifications to Reduce Pillar Pain

A number of technical refinements aimed at minimizing tissue trauma and scar formation (e.g., altering incision trajectory, reducing tension over thenar and hypothenar eminences, or employing more proximal approaches) have been proposed. Newer studies examining direct-vision proximal incisions or mini-incision instruments have reported acceptable outcomes, though higher-level evidence is needed for definitive conclusions.^(33, 34)

Management of Refractory Cases and Selective Surgical Options

For pain persisting beyond 3 to 6 months, detailed evaluation for structural causes is essential. In refractory ulnar-sided pain with imaging evidence of hook of hamate pathology, surgical excision of the hook can lead to symptomatic improvement.⁽³⁵⁾ In cases involving neuroma or entrapment of the palmar

cutaneous branch, targeted procedures such as branch decompression or neuroma-focused techniques, including newer options like targeted muscle reinnervation (TMR) in selected patients, have been reported.^(9, 36) For revision CTR, options such as hypothenar fat pad flap for median nerve coverage have been described, with recent studies providing supportive evidence for its effectiveness in selected cases.^(37, 38)

Proposed Algorithm for the Management of Pillar Pain

Stage 1 (0–6 weeks post-surgery)

Conservative approach including patient education and reassurance regarding the expected symptom trajectory, modification of activities that increase palmar pressure, use of simple analgesics such as acetaminophen or NSAIDs if needed, along with scar care and initiation of gentle range-of-motion exercises.

Stage 2 (6–12 weeks)

For persistent symptoms, begin structured occupational therapy focusing on desensitization techniques, controlled deep scar massage, and targeted functional exercises. Noninvasive modalities such as Photobiomodulation Therapy (PBMT) may be used as adjunctive treatments.

Stage 3 (beyond 12 weeks or moderate-to-severe refractory pain)

Consider minimally invasive interventions such as ESWT.

Stage 4 (beyond 3–6 months or suspicion of structural pathology)

If pain persists or underlying pathology is suspected, further diagnostic evaluation, including imaging and electrodiagnostic studies, is recommended. Based on findings, selective interventions such as targeted injections or corrective surgery (e.g., neuroma treatment or hook of hamate excision) may be pursued.

Discussion

Emerging evidence indicates that the successful management of pillar pain depends less on any single intervention and more on accurate identification of the predominant underlying mechanism alongside a structured, stepwise treatment strategy. Meta-analyses emphasize that the majority of cases resolve within six months, highlighting the importance of patient education and the avoidance of premature invasive interventions.⁽⁵⁾ At the same time, recent targeted

Education, Occupational Therapy, and Rehabilitation

Scar-management approaches (scar massage, silicone gel, desensitization techniques), range-of-motion exercises, gradual return to activity, and targeted strengthening of the thenar muscles when indicated can help alleviate localized symptoms.

Table 1. Comparison of Non-Surgical and Minimally Invasive Treatments for Pillar Pain or Post-CTR Pain

Intervention	Key Benefits	Limitations
Patient Education + Occupational Therapy (Scar Massage)	Low-risk; customizable; improves function and palmar load tolerance	Limited and heterogeneous RCT evidence
NSAIDs and Acetaminophen	Pain control without opioid-related adverse effects	Caution in patients with gastrointestinal or renal disorders
Gabapentinoids	May be useful for neuropathic-predominant pain	Sedation and dizziness; should be selective and short-term
Corticosteroid Injection in Pillar or Scar Region	Short-term relief reported in some studies	Conflicting evidence; may prolong symptom resolution
ESWT	Improved pain and function in refractory pillar pain	Protocol variability; need for larger RCTs
Photobiomodulation (PBMT)	Reduces pain and inflammation; non-invasive	Variable protocols; limited availability
Fractional CO ₂ Laser	Emerging option for resistant cases	Limited evidence; high cost and limited accessibility CO ₂

Reviews of postoperative care following CTR emphasize the lack of high-quality evidence supporting a single standardized protocol; however, functional rehabilitation and desensitization techniques are commonly used in clinical practice.^(20, 21)

Pharmacologic Therapy

For short-term postoperative analgesia after CTR, acetaminophen and non-steroidal anti-inflammatory drugs are generally recommended as first-line options because they provide adequate pain control in most patients and have more favorable safety profiles. Evidence from clinical trials and recent reviews highlights the overall superiority of non-opioid approaches compared with routine opioid prescribing

after CTR. The effectiveness of non-opioid regimens (such as acetaminophen combined with ibuprofen) is not inferior to opioids and is associated with fewer adverse effects and lower risks such as nausea, constipation, sedation, and dependence.^(22, 23) Recent systematic reviews report similar conclusions.⁽¹³⁾ For predominantly neuropathic symptoms (burning or shooting pain), short-term use of agents such as gabapentinoids may be considered, but they should be prescribed selectively and with attention to their side-effect profiles.⁽²⁴⁾

Injections and Minimally Invasive Interventions

Corticosteroid injection into the pillar area or scar is used in some centers for persistent pain. However, a recent double-blind trial evaluating intraoperative pillar injections found no significant improvement in function or reduction in pillar pain, and even reported delayed symptom resolution in the steroid group.⁽²⁵⁾ Therefore, corticosteroid injections should be used cautiously, preferably after excluding other etiologies and within a shared decision-making framework.

Extracorporeal Shockwave Therapy (ESWT)

ESWT represents a novel, noninvasive therapeutic option for refractory pillar pain. In a double-blind randomized clinical trial, ESWT demonstrated more rapid improvement in pain and functional outcomes compared with the control group.⁽¹⁷⁾ Another study has also reported supportive findings.⁽¹⁸⁾ Despite these promising results, heterogeneity in treatment protocols (e.g., number of sessions, energy levels) and relatively small sample sizes underscore the need for larger, well-designed trials to establish standardized recommendations.

Photobiomodulation and Therapeutic Lasers

Photobiomodulation and low-level laser therapy are employed with the aim of reducing inflammation and modulating pain. A randomized controlled trial evaluating photobiomodulation after CTR reported improvements in certain pain and functional indices.⁽¹⁹⁾ In refractory cases, fractional CO₂ laser therapy has emerged as a novel approach for reducing pillar pain and improving scar quality; a retrospective pilot study demonstrated favorable outcomes.⁽²⁶⁾ However, the level of evidence remains limited, and this modality is not yet considered a standard treatment.

Surgical Interventions, Prevention, and Technical Modifications

The choice of surgical technique for carpal tunnel release (CTR), open, endoscopic, or minimally invasive, can influence local pain, scar tenderness, and the timeline for return to activity/work. In a recent

These findings highlight that adopting a coherent strategy based on patient education, reassurance regarding the typically transient nature of symptoms, and a conservative approach in the early stages plays a key role in the successful management of this complication. Given recent advances in the etiology and novel minimally invasive treatment modalities, updating the available evidence and proving a practical management algorithm appears essential.

Materials & Methods

This article is a narrative-analytical review incorporating elements of a structured search. English keywords including pillar pain, carpal tunnel release, postoperative pain, rehabilitation, extracorporeal shockwave therapy, photobiomodulation, skin closure, and endoscopic/open CTR were searched in PubMed. Systematic reviews and meta-analyses, clinical trials, and relevant cohort studies were then screened and selected based on methodological quality and clinical applicability. To emphasize “recent evidence,” priority was given to sources published between 2018 and 2025; however, classical references were also used for anatomical and pathophysiological foundations.

Clinical Definition and Natural History

Pillar pain typically emerges within the first few weeks after CTR and gradually diminishes over time in most patients. In a recent meta-analysis, the highest prevalence was reported between 6 and 12 weeks postoperatively, with most cases resolving by 6 months.⁽⁵⁾ In a prospective cohort study using a mini-open WALANT technique, the risk of experiencing pillar pain was approximately 49%, with a median symptom duration of nearly 3 months.⁽⁴⁾ Nonetheless, a subset of patients may experience persistent pain lasting beyond 6 months, often associated with local factors such as adherent scar tissue, hypersensitivity of cutaneous nerve branches, adjacent joint pain syndromes, or mechanisms related to pain sensitization.⁽³⁾

Etiology and Pathophysiology

Pillar pain is not a single-cause phenomenon; rather, it likely results from the interplay of multiple mechanisms. The most prominent hypotheses include: *Biomechanical alterations*: Division of the transverse carpal ligament increases the width of the carpal arch and alters carpal relationships, particularly on the ulnar side.^(6, 7) These changes may increase abnormal loading on the thenar/hypothenar regions and at muscular attachment sites.

Soft tissue inflammation and scarring: Local inflammation, subcutaneous hemorrhage, and scar formation can stimulate nociceptors and produce tenderness with direct pressure.⁽³⁾

Injury or sensitization of cutaneous nerves: The palmar cutaneous branch of the median nerve (PCBMN) and ulnar cutaneous branches may undergo traction or adhesion during surgery or tissue healing; neuroma formation or entrapment of these branches can result in focal, sharp, or radiating pain.⁽⁸⁻¹⁰⁾

Adjacent joint pain: Previously unrecognized pisotriquetral arthritis or pathology of the hook of the hamate may manifest as ulnar-sided palmar pain after CTR.^(11, 12)

Mechanisms of persistent pain: In prolonged cases, peripheral and central sensitization, along with psychosocial factors such as anxiety and fear of movement, may modulate symptom severity.^(4, 13)

Clinical Evaluation and Differential Diagnosis

The diagnosis of pillar pain is primarily clinical and is based on the characteristic location of pain (the palmar pillars), exacerbation with compression or weight-bearing through the palm, and the absence of classic signs of recurrent CTS. In cases of persistent pain or atypical features, alternative etiologies should be considered, including incomplete release, scar-induced nerve compression, Guyon’s canal syndrome, neuroma, pisotriquetral arthritis, fracture or inflammation of the hook of the hamate, and CRPS.^(12, 14, 15) Ultrasonography can be helpful for evaluating scar tissue, hematoma, cutaneous nerve branches, and recurrence or incomplete decompression of the median nerve.⁽¹⁶⁾

General Treatment Principles and Stepwise Management Algorithm

Given the generally self-limiting course of pillar pain, management should be tiered and tailored to symptom severity and functional impairment.⁽⁴⁾ First-line measures include patient education and reassurance regarding the transient nature of the pain, activity modification (avoiding direct palmar pressure), and initiation of simple rehabilitation. If symptoms remain insufficiently controlled after 4 to 8 weeks, more specialized occupational therapy interventions and minimally invasive modalities, such as ESWT or PBMT, may be considered.⁽¹⁷⁻¹⁹⁾ In persistent cases exceeding 3 to 6 months, reassessment for differential diagnoses is recommended, and if appropriate, selective injections or surgical interventions may be considered.^(12, 15) The majority of patients improve with non-operative strategies, which include:

Pillar Pain After Carpal Tunnel Release (A Review Study)

Abstract

Introduction: Pillar pain is one of the common sequelae after carpal tunnel release (CTR), presenting as deep pain or tenderness upon pressure on the thenar and hypothenar regions. It potentially interferes with return to work and patient satisfaction. This narrative review was conducted with a focus on the etiology, emerging therapeutic approaches, and a practical management algorithm for pillar pain.

Materials & Methods: A structured search of PubMed and complementary sources was performed from 2018 up to December 2025. Clinical trials, systematic reviews and meta-analyses, cohort studies, and high-quality narrative reviews addressing pillar pain, risk factors, pathophysiology, or post-CTR treatments were identified and categorized.

Results & Discussion: The evidence suggests that pillar pain is a self-limiting condition, and approximately half of the patients may experience it, with most cases resolving within 3 to 6 months. The etiology is multifactorial and includes biomechanical alterations of the carpal arch after division of the transverse carpal ligament, soft-tissue inflammation or scarring, irritation or neuroma of the palmar cutaneous branch of the median nerve, and central mechanisms. Non-surgical treatment is the mainstay of management and encompasses patient education and reassurance, occupational hand therapy modalities (desensitization, massage, graded exercises), non-opioid analgesics and anti-inflammatory medications. In refractory cases, minimally invasive options such as extracorporeal shock wave therapy (ESWT) and photo biomodulation may be used. Emerging evidence on fractional CO₂ laser therapy for treatment-resistant pillar pain is promising but still limited. From a preventive standpoint, minimally invasive techniques and appropriate choice of skin closure method may influence short-term pillar pain.

Conclusion: Pillar pain after CTR is usually benign and transient but requires a stepwise, multimodal approach. Combining patient education, targeted rehabilitation, and non-opioid pain strategies, with selective use of minimally invasive interventions in refractory cases, offer safe and efficacious treatment.

Keywords: Carpal tunnel syndrome, carpal tunnel release, pillar pain, postoperative pain

Accepted: 40 days before printing

Milad Gholizadeh, MD¹, Abbas Abdoli Tafti, MD², Seyyed Mohammad Hosseini Marvast³

1. Department of Orthopedic Surgery, Trauma Research Center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

2. Trauma Research Center, Department of Orthopedics, Shahid Sadoughi Hospital, School of Medicine, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

3. Research Committee, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

Corresponding Author:
Abbas Abdoli Tafti, MD
Email address:
aabdoli2000@yahoo.com

Introduction

Carpal tunnel syndrome (CTS) is the most common compressive neuropathy of the upper extremity, caused by entrapment of the median nerve at the wrist. This syndrome is associated with symptoms such as pain, paresthesia, and thenar weakness, and can significantly affect quality of life, work ability, and daily functioning. In cases resistant to conservative treatment or in moderate to severe cases, carpal tunnel release (CTR) is considered the gold standard treatment.⁽¹⁾ Although CTR often leads to significant improvement in neurological and functional symptoms, certain postoperative local complications, including scar tenderness, palmar pain, and so-called "pillar pain," can disrupt the rehabilitation process and undermine patient satisfaction.⁽³⁾ Pillar pain typically refers to pain felt in the two palmar pillars: the radial pillar (thenar region) and the ulnar pillar (hypothenar region). This pain is exacerbated by direct pressure or leaning on the palm and is often accompanied by reduced grip strength, avoidance of hand use, and considerable patient anxiety.⁽⁴⁾ Despite its relatively high prevalence (some studies have reported an incidence of nearly 50%), pillar pain remains incompletely understood, and a wide range of diagnostic and therapeutic approaches exist for its management.

- Rajasekaran S. Bipolar Hemiarthroplasty in a Patient with above-knee Amputation: Surgical Technique. *J Orthop Case Rep.* 2017 Jan-Feb;7(1):54-57. doi: [10.13107/jocr.2250-0685.686](https://doi.org/10.13107/jocr.2250-0685.686). PMID: 28630841; PMCID: PMC5458699.
6. Patnaik S, Nayak B, Sahoo AK, Sahu NK. Minimally Invasive Total Hip Replacement in an Ipsilateral Post-traumatic above-knee Amputation: A Case Report. *J Orthop Case Rep.* 2017 Mar-Apr;7(2):3-6. doi: [10.13107/jocr.2250-0685.722](https://doi.org/10.13107/jocr.2250-0685.722). PMID: 28819590; PMCID: PMC5553831.
 7. Freitas A, Souto DRM, da Silva JF, Dantas BR, de Paula AP. Treatment of an Acute Fracture of the Femoral Neck in a Young Female Adult with a Transfemoral Amputation: A Case Report. *JBJS Case Connect.* 2015 Jul-Sep;5(3): e58. doi: [10.2106/jbjs.cc.n.00119](https://doi.org/10.2106/jbjs.cc.n.00119). PMID: 29252846
 8. Davarinos N, Ellanti P, McCoy G. A Simple Technique for the Positioning of a Patient with an above Knee Amputation for an Ipsilateral Extracapsular Hip Fracture Fixation. *Case Rep Orthop.* 2013; 2013:875656. doi: [10.1155/2013/875656](https://doi.org/10.1155/2013/875656). Epub 2013 Dec 12. PMID: 24416607; PMCID: PMC3876688.
 9. Aqil A, Desai A, Dramis A, Hossain S. A simple technique to position patients with bilateral above-knee amputations for operative fixation of intertrochanteric fractures of the femur: a case report. *J Med Case Rep.* 2010 Nov 30; 4:390. doi: [10.1186/1752-1947-4-390](https://doi.org/10.1186/1752-1947-4-390). PMID: 21118535; PMCID: PMC3012042.
 10. Wolinsky PR, Lucas JF. Reduction Techniques for Diaphyseal Femur Fractures. *J Am Acad Orthop Surg.* 2017 Nov;25(11): e251-e260. doi: [10.5435/jaaos-d-17-00021](https://doi.org/10.5435/jaaos-d-17-00021). PMID: 28938339.
 11. Amanatullah DF, Trousdale RT, Sierra RJ. Total hip arthroplasty after lower extremity amputation. *Orthopedics.* 2015 May;38(5): e394-400. doi: [10.3928/01477447-20150504-56](https://doi.org/10.3928/01477447-20150504-56). PMID: 25970366.
 12. Arango D, Tiedeken NC, Gershkovich G, Shaffer G. Bilateral Hemiarthroplasty in a Patient with Below-Knee and Above-Knee Amputations: A Case Report. *JBJS Case Connect.* 2016 Jan-Mar;6(1): e3. doi: [10.2106/jbjs.cc.o.00114](https://doi.org/10.2106/jbjs.cc.o.00114). PMID: 29252713.
 13. Lee SM, Suh KT, Oh YK, Shin WC. Manipulation of intertrochanteric fractures in patients with below- or above-knee amputation using a fracture table: Two case reports. *Medicine (Baltimore).* 2021 Jan 15;100(2): e24233. doi: [10.1097/md.00000000000024233](https://doi.org/10.1097/md.00000000000024233). PMID: 33466205; PMCID: PMC7808453.
 14. Ochi H, Baba T, Hamanaka T, Ozaki Y, Watari T, Homma Y, Matsumoto M, Kaneko K. Safe and Effective Reduction Technique for Intertrochanteric Fracture with Ipsilateral Below-Knee Amputated Limb. *Case Rep Orthop.* 2017; 2017:2672905. doi: [10.1155/2017/2672905](https://doi.org/10.1155/2017/2672905). Epub 2017 May 14. PMID: 28589052; PMCID: PMC5446871.

removed, and the fracture was fixed with open reduction and plate fixation (Fig. 2).

Materials & Methods

Concurrent femoral shaft fractures and lower limb amputations are rare but clinically demanding, particularly in high-energy trauma scenarios where multisystem injuries, such as those reported in road traffic collisions or crush mechanisms, lead to simultaneous fractures at various levels in femur and amputations around the knee.⁽²⁾

Patients frequently present with hemodynamic instability, necessitating initial orthopedic damage control through external fixation to stabilize fractures, manage open wounds, and facilitate soft tissue reconstruction, as demonstrated in polytrauma cases where delayed definitive fixation reduces complication risks.⁽³⁾



Figure 2: Photograph and radiograph of midshaft femoral fracture post-plating

Soft tissue injuries exacerbate challenges, complicating debridement, wound closure, and subsequent definitive treatment, often requiring skin grafts or flaps, which delay internal fixation and increase the infection rates in often osteoporotic bones, commonly observed in amputees population.⁽⁵⁾

Positioning for surgery is particularly challenging due to the length of the stump and the absence of distal anchors. The literature describes adaptations, such as inverted boots for transtibial amputations, Schanz pins for version control in transfemoral cases, Kirschner wires for traction in short stumps, and skin traction for non-displaced fractures, which enable fluoroscopic-guided reduction on fracture tables.

Conclusion

For proximal femoral fractures the options include DHS for stable and PFNA for unstable intertrochanteric fractures, and arthroplasty (hemi or total) in elderly or arthritic patients for early ambulation. Femoral shaft fracture management is complex, and therefore, plating is favored for distal fractures, which may be risking nonunion in contaminated wounds. Femoral nailing offers biomechanical advantages in midshaft cases, yet carries risks of femoral neck fractures during insertion in osteoporotic bone and would complicate reduction without the use of standard traction. Staged approaches, as in our cases, with initial external fixation followed by nailing or plating after stump healing, mitigate these issues, but standardized protocols are essential to optimize outcomes, reduce reoperation rates, and enhance prosthetic rehabilitation in these rare presentations.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

References

1. Moxey PW, Gogalniceanu P, Hinchliffe RJ, Loftus IM, Jones KJ, Thompson MM, Holt PJ. Lower extremity amputations-a review of global variability in incidence. *Diabet Med.* 2011 Oct;28(10):1144-53. doi: [10.1111/j.1464-5491.2011.03279.x](https://doi.org/10.1111/j.1464-5491.2011.03279.x). PMID: 21388445.
2. Mitrasinovic S, Kiziridis G, Wellekens S, Roslee C, Anjum SN. Innovative Method of Traction in a Bilateral Diaphyseal Femur Fracture in a Polytrauma Below-Knee Amputee. *Case Rep Orthop.* 2019 Mar 24; 2019:8691398. doi: [10.1155/2019/8691398](https://doi.org/10.1155/2019/8691398). PMID: 31019826; PMCID: PMC6451792.
3. Takeba J, Imai H, Kikuchi S, Matsumoto H, Moriyama N, Nakabayashi Y. A Simple Method for Positioning the Traction Table during Fixation Surgery for a Displaced Femoral Trochanteric Fracture in a Patient Following Ipsilateral Above-the-knee Amputation: A Case Report. *J Orthop Case Rep.* 2020 Oct;10(7):76-79. doi: [10.13107/jocr.2020.v10.i07.1926](https://doi.org/10.13107/jocr.2020.v10.i07.1926). PMID: 33585322; PMCID: PMC7857662.
4. Nannaparaju M, Annavaram K, Anwar R, Khan WS, Hambidge J. Serial Femoral Fractures in An Amputation Stump: A Case Report. *Open Orthop J.* 2017 Apr 20; 11:316-320. doi: [10.2174/1874325001711010316](https://doi.org/10.2174/1874325001711010316). PMID: 28567161; PMCID: PMC5420170.
5. Perumal R, Gaddam SR, Vasudeva J, Dheenadhayalan J,

We also present two cases of concurrent midshaft femoral fractures with amputations around the knee—one treated with delayed intramedullary nailing after above-knee amputation and the other with plating following through-knee amputation—illustrating practical application of staged management in high-energy trauma scenarios leading to amputation.

Above-Knee (Transfemoral) Amputation with Femoral Fracture:

Transfemoral amputation (TFA) result into short stump, complicating fracture table positioning. Nannaparaju et al.⁽⁴⁾ reported serial femoral fractures in TFA stumps, treated with dynamic hip screw (DHS) for a proximal fracture and open reduction with a combined dynamic compression plate for a distal fracture, using locking screws and bone grafting to address poor bone quality. Takeba et al.⁽³⁾ managed a trochanteric fracture post-TFA using a Kirschner wire at the distal stump, connected to the traction table, with manual rotation control for intramedullary nailing. Perumal et al.⁽⁵⁾ used bipolar hemiarthroplasty with Schanz pins just proximal to the TFA stump for a femoral neck fracture, ensuring version control. Patnaik et al.⁽⁶⁾ performed minimally invasive total hip replacement (THR) for post-traumatic arthritis in a TFA patient, achieving early rehabilitation. Freitas et al.⁽⁷⁾ treated a femoral neck fracture with percutaneous screw fixation, using a Schanz pin as a joystick for reduction under fluoroscopy. Davarinos et al.⁽⁸⁾ applied skin traction for a non-displaced intertrochanteric fracture, and Aqil et al.⁽⁹⁾ used radiolucent thigh support for DHS fixation in bilateral TFAs.

Through-Knee Amputation with Femoral Fracture:

Through-knee amputations preserve femoral condyles, complicating proximal fixation. Wolinsky et al. recommend skeletal pin traction for reduction.⁽¹⁰⁾ Amanatullah et al noted faster progression to total hip arthroplasty (THA) in through-knee amputees (mean 6.4 years) versus above-knee amputees (15.6 years) due to increased hip stress.⁽¹¹⁾ Arango et al. used bipolar hemiarthroplasty for a femoral neck fracture, achieving stability in short bone stock.⁽¹²⁾

Below-Knee (Transtibial) Amputation with Femoral Fracture:

Transtibial amputations (TTAs) lack foot anchors, complicating traction application. Lee et al.⁽¹³⁾ used modified fracture tables with inverted boots and skin traction for intertrochanteric fractures, achieving union with nailing in six months. Ochi et al.⁽¹⁴⁾

managed a TTA with an intertrochanteric fracture using an inverted traction boot for short femoral nail fixation, enabling full weight-bearing. Mitrasinovic et al. treated bilateral diaphyseal femoral fractures in a TTA patient with Steinmann pins and Bohler stirrup for external fixation, followed by nailing.⁽²⁾

Two case reports on delayed fixation of femoral shaft fractures with amputations around the knee:

This study was approved by the ethics committee, and informed consent was obtained from the patients.

Case 1: A 29-year-old man sustained a crush injury to the left lower limb and a concurrent femoral shaft fracture due to trauma from agricultural equipment, ultimately requiring an above-knee amputation. Initially, amputation was performed, and an external fixator was applied for the femoral fracture due to the patient's clinical condition. After hemodynamic stabilization and treatment, the patient was discharged. Two months later, once the amputation stump had healed, the external fixator was removed, and the fracture was fixed with an intramedullary nail (Fig. 1).



Figure 1: Radiograph of midshaft femoral fracture post-nailing

Case 2: A 40-year-old man suffered a crush injury to the lower limb and an open midshaft femoral fracture from a car-pedestrian accident, leading to a through-knee amputation. Due to the severe crush injury and significant soft tissue defect, there was a risk of requiring an above-knee amputation. However, an external fixator was initially applied to stabilize the fracture, given the open nature and the patient's clinical condition. After soft tissue preparation for grafting, a skin graft was performed, preserving part of the patient's limb. Following partial recovery and graft healing at two months, the external fixator was

Management of Concurrent Femoral Shaft Fractures and Amputations Around the Knee

(Report of 2 Cases)

Abstract

Concurrent femoral shaft fractures and lower limb amputations around the knee are rare but complex injuries, often resulting from high-energy trauma. This report reviews the challenges and treatment strategies for such cases, focusing on innovative fracture table positioning and fixation methods in transfemoral, through-knee, and transtibial amputations. We present two novel cases: a 29-year-old man with an above-knee amputation and midshaft femoral fracture treated with delayed intramedullary nailing after external fixation, and a 40-year-old man with a through-knee amputation and open midshaft femoral fracture managed with external fixation, skin grafting, and subsequent plate fixation. Key challenges include patient instability, soft tissue defects, osteoporotic bone, and positioning without distal anchors. Techniques such as Schanz pins, Kirschner wires, inverted boots, and skin traction facilitate the reduction. The review underscores the need for staged approaches and standardized protocols to optimize outcome in such rare scenarios.

Keywords: Femoral shaft fractures, amputations around the knee, case report

Accepted: 40 days before printing

Davood Dehghani Ashkezari, MD¹, Saied Besharaty, MD², Seyed Hossein Saeed-Banadaky, MD¹, Milad Gholizadeh, MD³

1. Trauma Research Center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

2. Department of Orthopedic Surgery, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

3. Department of Orthopedic Surgery, Trauma Research Center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

Introduction

Lower extremity amputations are significant global health concerns, often stemming from vascular disease, diabetes, or high-energy trauma, and pose unique challenges when complicated by concurrent or subsequent femoral fractures. A systematic review by Moxey et al. estimated the global incidence of lower extremity amputations to range from 46.1 to 9600 per 10⁵ in diabetic populations and 5.8 to 31 per 10⁵ in the general population, highlighting substantial variability influenced by socioeconomic factors, ethnicity, and access to preventive care.⁽¹⁾

In amputated limbs, femoral fractures are relatively rare, occurring in less than 3% of cases, but they are particularly underreported for shaft fractures, which can arise from altered biomechanics, osteoporosis due to disuse, or traumatic events.⁽²⁾ High-energy mechanisms, such as road traffic collisions or crush injuries, frequently lead to concurrent femoral fractures and amputations around the knee, complicating management due to multisystem trauma, soft tissue compromise, and the need for staged interventions.⁽³⁾ These cases require innovative approaches to fracture table positioning, stable fixation in often osteoporotic bone, and prosthetic-compatible rehabilitation to restore mobility. While the literature predominantly focuses on proximal femoral fractures in amputees, with techniques like dynamic hip screws (DHS), proximal femoral nail anti-rotation (PFNA), or arthroplasty described for intertrochanteric or neck fractures, femoral shaft fractures have received less attention. This review synthesizes case reports and studies on fixation strategies across transfemoral, through-knee, and transtibial amputation levels, emphasizing challenges in reduction and fixation.

Corresponding Author:
Milad Gholizadeh, MD
Email address:
Miladghz15255@gmail.com

- Perretti M, Gaston-Massuet C, Pitzalis C, Maloney A, Moore A, Jupp R, Dell'Accio F. WNT3A-loaded exosomes enable cartilage repair. *J Extracell Vesicles*. 2021 May;10(7):e12088. doi: [10.1002/jev2.12088](https://doi.org/10.1002/jev2.12088). Epub 2021 May 19. PMID: 34025953; PMCID: PMC8134720.
84. Hao Y. The design and manufacture of multi-layered hydrogel-based constructs for articular cartilage/osteochondral reconstruction [dissertation]. Liverpool: University of Liverpool; 2022.
85. Konnyu KJ, Thoma LM, Cao W, Aaron RK, Panagiotou OA, Bhuma MR, Adam GP, Balk EM, Pinto D. Rehabilitation for Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review. *Am J Phys Med Rehabil*. 2023 Jan 1;102(1):19-33. doi: [10.1097/PHM.0000000000002008](https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000002008). Epub 2022 Mar 12. PMID: 35302953; PMCID: PMC9464796.
86. Braaten JA, Banovetz MT, DePhillipo NN, Familiari F, Russo R, Kennedy NI, LaPrade RF. Biomarkers for Osteoarthritis Diseases. *Life (Basel)*. 2022 Nov 7;12(11):1799. doi: [10.3390/life12111799](https://doi.org/10.3390/life12111799). PMID: 36362955; PMCID: PMC9697481.
87. James S, Rao SV, Granger CB. Registry-based randomized clinical trials-a new clinical trial paradigm. *Nat Rev Cardiol*. 2015 May;12(5):312-6. doi: [10.1038/nrcardio.2015.33](https://doi.org/10.1038/nrcardio.2015.33). Epub 2015 Mar 17. PMID: 25781411.
88. Guelfi, G; Capaccia, C; Anipchenko, P; Ciancabilla, F; Oommen, O.P; Bufalari, A; Zerani, M; Maranesi, M. Mimic miRNA and Anti-miRNA Activated Scaffolds as a Therapeutic Strategy to Promote Bone, Cartilage, and Skin Regeneration. *Macromol* 2024, 4, 165-189. [10.3390/macromol402000](https://doi.org/10.3390/macromol402000)
89. Jamshidi A, Pelletier JP, Martel-Pelletier J. Machine-learning-based patient-specific prediction models for knee osteoarthritis. *Nat Rev Rheumatol*. 2019 Jan;15(1):49-60. doi: [10.1038/s41584-018-0130-5](https://doi.org/10.1038/s41584-018-0130-5). PMID: 30523334.
90. Fusco G, Gambaro FM, Di Matteo B, Kon E. Injections in the osteoarthritic knee: a review of current treatment options. *EFORT Open Rev*. 2021 Jun 28;6(6):501-509. doi: [10.1302/2058-5241.6.210026](https://doi.org/10.1302/2058-5241.6.210026). PMID: 34267940; PMCID: PMC8246115.
91. Zhao J, Liang G, Han Y, Yang W, Xu N, Luo M, Pan J, Liu J, Zeng LF. Combination of mesenchymal stem cells (MSCs) and platelet-rich plasma (PRP) in the treatment of knee osteoarthritis: a meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ Open*. 2022 Nov 16;12(11):e061008. doi: [10.1136/bmjopen-2022-061008](https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-061008). PMID: 36385022; PMCID: PMC9670925.
92. Rai D, Singh J, Somashekharappa T, Singh A. Platelet-rich plasma as an effective biological therapy in early-stage knee osteoarthritis: One year follow up. *SICOT J*. 2021;7:6. doi: [10.1051/sicotj/2021003](https://doi.org/10.1051/sicotj/2021003). Epub 2021 Mar 1. PMID: 33646116; PMCID: PMC7919502.

62. Niemeyer P, Porichis S, Steinwachs M, Erggelet C, Kreuz PC, Schmal H, Uhl M, Ghanem N, Südkamp NP, Salzmann G. Long-term outcomes after first-generation autologous chondrocyte implantation for cartilage defects of the knee. *Am J Sports Med.* 2014 Jan;42(1):150-7. doi: [10.1177/0363546513506593](https://doi.org/10.1177/0363546513506593). Epub 2013 Oct 21. PMID: 24145948.
63. Gille J, Behrens P, Schulz AP, Oheim R, Kienast B. Matrix-Associated Autologous Chondrocyte Implantation: A Clinical Follow-Up at 15 Years. *Cartilage.* 2016 Oct;7(4):309-15. doi: [10.1177/1947603516638901](https://doi.org/10.1177/1947603516638901). Epub 2016 Apr 6. PMID: 27688839; PMCID: PMC5029570.
64. Filardo G, Kon E, Andriolo L, Di Matteo B, Balboni F, Marcacci M. Clinical profiling in cartilage regeneration: prognostic factors for midterm results of matrix-assisted autologous chondrocyte transplantation. *Am J Sports Med.* 2014 Apr;42(4):898-905. doi: [10.1177/0363546513518552](https://doi.org/10.1177/0363546513518552). Epub 2014 Jan 30. PMID: 24481827.
65. Vonk LA, de Windt TS, Kragten AH, Beekhuizen M, Mastbergen SC, Dhert WJ, Lafeber FP, Creemers LB, Saris DB. Enhanced cell-induced articular cartilage regeneration by chondrons; the influence of joint damage and harvest site. *Osteoarthritis Cartilage.* 2014 Nov;22(11):1910-7. doi: [10.1016/j.joca.2014.08.005](https://doi.org/10.1016/j.joca.2014.08.005). Epub 2014 Aug 20. PMID: 25151084.
66. Becher C, Laute V, Fickert S, Zinsler W, Niemeyer P, John T, Diehl P, Kolombe T, Siebold R, Fay J. Safety of three different product doses in autologous chondrocyte implantation: results of a prospective, randomised, controlled trial. *J Orthop Surg Res.* 2017 May 12;12(1):71. doi: [10.1186/s13018-017-0570-7](https://doi.org/10.1186/s13018-017-0570-7). PMID: 28499391; PMCID: PMC5429514.
67. Rothdiener M, Uynuk-Ool T, Südkamp N, Aurich M, Grodzinsky AJ, Kurz B, Rolaußs B. Human osteoarthritic chondrons outnumber patient- and joint-matched chondrocytes in hydrogel culture-Future application in autologous cell-based OA cartilage repair? *J Tissue Eng Regen Med.* 2018 Feb;12(2):e1206-e1220. doi: [10.1002/term.2516](https://doi.org/10.1002/term.2516). Epub 2017 Nov 8. PMID: 28714570.
68. Jinek M, Chylinski K, Fonfara I, Hauer M, Doudna JA, Charpentier E. A programmable dual-RNA-guided DNA endonuclease in adaptive bacterial immunity. *Science.* 2012 Aug 17;337(6096):816-21. doi: [10.1126/science.1225829](https://doi.org/10.1126/science.1225829). Epub 2012 Jun 28. PMID: 22745249; PMCID: PMC6286148.
69. Seidl CI, Fulga TA, Murphy CL. CRISPR-Cas9 targeting of MMP13 in human chondrocytes leads to significantly reduced levels of the metalloproteinase and enhanced type II collagen accumulation. *Osteoarthritis Cartilage.* 2019 Jan;27(1):140-147. doi: [10.1016/j.joca.2018.09.001](https://doi.org/10.1016/j.joca.2018.09.001). Epub 2018 Sep 15. PMID: 30223022.
70. Zhao Y, Talha M. Evaluation of food safety problems based on the fuzzy comprehensive analysis method. *Food Science and Technology* 2022;42. [10.1590/fst.47321](https://doi.org/10.1590/fst.47321)
71. Samimi G, Heckman-Stoddard BM, Holmberg C, Tennant B, Sheppard BB, Coa KI, Kay SS, Ford LG, Szabo E, Minasian LM. Cancer Prevention in Primary Care: Perception of Importance, Recognition of Risk Factors and Prescribing Behaviors. *Am J Med.* 2020 Jun;133(6):723-732. doi: [10.1016/j.amjmed.2019.11.017](https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2019.11.017). Epub 2019 Dec 17. PMID: 31862335; PMCID: PMC7293933.
72. Sasnauskas G, Manakova E, Lapėnas K, Kauneckaitė K, Siksnys V. DNA recognition by Arabidopsis transcription factors ABI3 and NGA1. *FEBS J.* 2018 Nov;285(21):4041-4059. doi: [10.1111/febs.14649](https://doi.org/10.1111/febs.14649). Epub 2018 Sep 21. PMID: 30183137.
73. Schwede M, Lee RY, Zhuo H, Kangelaris KN, Jauregui A, Vessel K, Belzer A, Deiss T, Matthay MA, Liu KD, Calfee CS. Clinician Recognition of the Acute Respiratory Distress Syndrome: Risk Factors for Under-Recognition and Trends Over Time. *Crit Care Med.* 2020 Jun;48(6):830-837. doi: [10.1097/CCM.0000000000004328](https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000004328). PMID: 32317598; PMCID: PMC7335674.
74. Muertizha M, Cai X, Ji B, Aimaiti A, Cao L. Factors contributing to 1-year dissatisfaction after total knee arthroplasty: a nomogram prediction model. *J Orthop Surg Res.* 2022 Jul 28;17(1):367. doi: [10.1186/s13018-022-03205-2](https://doi.org/10.1186/s13018-022-03205-2). PMID: 35902950; PMCID: PMC9330701.
75. Sharma S, Pandey CR, Baral R, Thapa R, Dahal S, Dware P. Patient Reported Outcome of Total Knee Arthroplasty using WOMAC Score. *Civil Medical Journal.* 2024 Jun 5;2(1):5-8. DOI: [10.59338/cmj.34](https://doi.org/10.59338/cmj.34)
76. Gordon AM, Vatti L, Mont MA. Smart Knee Implants and Functional Outcome for Total Knee Arthroplasty. *J Knee Surg.* 2025 Jul;38(8):397-402. doi: [10.1055/a-2550-2187](https://doi.org/10.1055/a-2550-2187). Epub 2025 Mar 4. PMID: 40037527.
77. Riantho A, Butarbutar JCP, Fidiarianto K, Elson E, Irvan I, Haryono H, Prasetyo JN. Radiographic Outcomes of Robot-Assisted Versus Conventional Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. *JB JS Open Access.* 2023 May 15;8(2):e23.00010. doi: [10.2106/JBJS.OA.23.00010](https://doi.org/10.2106/JBJS.OA.23.00010). PMID: 37197698; PMCID: PMC10184987.
78. Dooley, J, Goedderz, C, Hardt, K, Peabody, M, Weissman, J. P, Plantz, M. A, & Hilow, H. (2025). Outcomes of elective total knee arthroplasty in nonagenarians and centenariansCurrent Orthopaedic Practice, 36(2). [10.1097/BCO.0000000000001289](https://doi.org/10.1097/BCO.0000000000001289)
79. Bettencourt JW, Wyles CC, Fruth KM, Osmon DR, Hanssen AD, Berry DJ, Abdel MP. Outcomes of Primary Total Knee Arthroplasty Following Septic Arthritis of the Native Knee: A Case-Control Study. *J Bone Joint Surg Am.* 2021 Sep 15;103(18):1685-1693. doi: [10.2106/JBJS.20.01678](https://doi.org/10.2106/JBJS.20.01678). PMID: 34524216.
80. Tirumala V, Klemm C, Oganseyan R, Walker P, Padmanabha A, Kwon YM. Outcomes of Tourniquet-Less Revision Total Knee Arthroplasty: A Matched Cohort Analysis. *J Am Acad Orthop Surg.* 2021 Dec 15;29(24):e1343-e1352. doi: [10.38103/jcmhch.92.4](https://doi.org/10.38103/jcmhch.92.4). PMID: 34037577.
81. Fadadu PP, Mazzola AJ, Hunter CW, Davis TT. Review of concentration yields in commercially available platelet-rich plasma (PRP) systems: a call for PRP standardization. *Reg Anesth Pain Med.* 2019 Apr 16;rapm-2018-100356. doi: [10.1136/rapm-2018-100356](https://doi.org/10.1136/rapm-2018-100356). Epub ahead of print. PMID: 30992411.
82. Zha K, Sun Z, Yang Y, Chen M, Gao C, Fu L, Li H, Sui X, Guo Q, Liu S. Recent Developed Strategies for Enhancing Chondrogenic Differentiation of MSC: Impact on MSC-Based Therapy for Cartilage Regeneration. *Stem Cells Int.* 2021 Mar 20;2021:8830834. doi: [10.1155/2021/8830834](https://doi.org/10.1155/2021/8830834). PMID: 33824665; PMCID: PMC8007380.
83. Thomas BL, Eldridge SE, Nosrati B, Alvarez M, Thorup AS, Nalesso G, Caxaria S, Barawi A, Nicholson JG,

- [10.3727/096368915X690288](https://doi.org/10.3727/096368915X690288). Epub 2015 Dec 18. PMID: 26688464.
41. Kim GB, Shon OJ. Current perspectives in stem cell therapies for osteoarthritis of the knee. *Yeungnam Univ J Med.* 2020 Jul;37(3):149-158. doi: [10.12701/yujm.2020.00157](https://doi.org/10.12701/yujm.2020.00157). PMID: 32279478; PMCID: PMC7384917.
 42. Davatchi F, Sadeghi Abdollahi B, Mohyeddin M, Nikbin B. Mesenchymal stem cell therapy for knee osteoarthritis: 5 years follow-up of three patients. *Int J Rheum Dis.* 2016 Mar;19(3):219-25. doi: [10.1111/1756-185X.12670](https://doi.org/10.1111/1756-185X.12670). PMID: 25990685.
 43. Kim GB, Shon OJ. Current perspectives in stem cell therapies for osteoarthritis of the knee. *Yeungnam Univ J Med.* 2020 Jul;37(3):149-158. doi: [10.12701/yujm.2020.00157](https://doi.org/10.12701/yujm.2020.00157). PMID: 32279478; PMCID: PMC7384917.
 44. Madry H, Gao L, Eichler H, Orth P, Cucchiari M. Bone Marrow Aspirate Concentrate-Enhanced Marrow Stimulation of Chondral Defects. *Stem Cells Int.* 2017;2017:1609685. doi: [10.1155/2017/1609685](https://doi.org/10.1155/2017/1609685). PMID: 28607559; PMCID: PMC5451778.
 45. Song Y, Zhang J, Xu H, Lin Z, Chang H, Liu W, Kong L. Mesenchymal stem cells in knee osteoarthritis treatment: A systematic review and meta-analysis. *J Orthop Translat.* 2020 Apr 27;24:121-130. doi: [10.1016/j.jot.2020.03.015](https://doi.org/10.1016/j.jot.2020.03.015). PMID: 32913710; PMCID: PMC7452318.
 46. Lukomska B, Stanaszek L, Zuba-Surma E, Legosz P, Sarzynska S, Drela K. Challenges and Controversies in Human Mesenchymal Stem Cell Therapy. *Stem Cells Int.* 2019 Apr 9;2019:9628536. doi: [10.1155/2019/9628536](https://doi.org/10.1155/2019/9628536). PMID: 31093291; PMCID: PMC6481040.
 47. Doyle EC, Wragg NM, Wilson SL. Intraarticular injection of bone marrow-derived mesenchymal stem cells enhances regeneration in knee osteoarthritis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2020 Dec;28(12):3827-3842. doi: [10.1007/s00167-020-05859-z](https://doi.org/10.1007/s00167-020-05859-z). Epub 2020 Jan 31. PMID: 32006075; PMCID: PMC7669782.
 48. Razak HRBA, Corona K, Totlis T, Chan LYT, Salreta JF, Sleiman O, Vasso M, Baums MH. Mesenchymal stem cell implantation provides short-term clinical improvement and satisfactory cartilage restoration in patients with knee osteoarthritis but the evidence is limited: a systematic review performed by the early-osteoarthritis group of ESSKA-European knee associates section. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2023 Dec;31(12):5306-5318. doi: [10.1007/s00167-023-07575-w](https://doi.org/10.1007/s00167-023-07575-w). Epub 2023 Sep 22. PMID: 37737920; PMCID: PMC10719133.
 49. Aixirefu A, Chen R, Wang H. Clinical efficacy of mesenchymal stem cells and platelet-rich plasma in the therapy of osteoarthritis: a meta-analysis. *Am J Transl Res.* 2024 Sep 15;16(9):4256-4267. doi: [10.62347/JUJV3321](https://doi.org/10.62347/JUJV3321). PMID: 39398550; PMCID: PMC11470341.
 50. Cai Z, Zhang H, Wei Y, Wu M, Fu A. Shear-thinning hyaluronan-based fluid hydrogels to modulate viscoelastic properties of osteoarthritis synovial fluids. *Biomater Sci.* 2019 Aug 1;7(8):3143-3157. doi: [10.1039/c9bm00298g](https://doi.org/10.1039/c9bm00298g). Epub 2019 Jun 6. PMID: 31168540.
 51. Altman R, Hackel J, Niazi F, Shaw P, Nicholls M. Efficacy and safety of repeated courses of hyaluronic acid injections for knee osteoarthritis: A systematic review. *Semin Arthritis Rheum.* 2018 Oct;48(2):168-175. doi: [10.1016/j.semarthrit.2018.01.009](https://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2018.01.009). Epub 2018 Jan 31. PMID: 29496227.
 52. Fraser JR, Laurent TC, Laurent UB. Hyaluronan: its nature, distribution, functions and turnover. *J Intern Med.* 1997 Jul;242(1):27-33. doi: [10.1046/j.1365-2796.1997.00170.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2796.1997.00170.x). PMID: 9260563.
 53. Webner D, Huang Y, Hummer CD 3rd. Intraarticular Hyaluronic Acid Preparations for Knee Osteoarthritis: Are Some Better Than Others? *Cartilage.* 2021 Dec;13(1_suppl):1619S-1636S. doi: [10.1177/19476035211017320](https://doi.org/10.1177/19476035211017320). Epub 2021 May 28. PMID: 34044600; PMCID: PMC8808930.
 54. Migliorini F, Maffulli N, Schäfer L, Kubach J, Betsch M, Pasurka M. Less Pain with Intra-Articular Hyaluronic Acid Injections for Knee Osteoarthritis Compared to Placebo: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. *Pharmaceuticals (Basel).* 2024 Nov 20;17(11):1557. doi: [10.3390/ph17111557](https://doi.org/10.3390/ph17111557); PMCID: PMC11597132.
 55. Mistry H, Connock M, Pink J, Shyangdan D, Clar C, Royle P, Court R, Biant LC, Metcalfe A, Waugh N. Autologous chondrocyte implantation in the knee: systematic review and economic evaluation. *Health Technol Assess.* 2017 Feb;21(6):1-294. doi: [10.3310/hta21060](https://doi.org/10.3310/hta21060). PMID: 28244303; PMCID: PMC5346885.
 56. Davies RL, Kuiper NJ. Regenerative Medicine: A Review of the Evolution of Autologous Chondrocyte Implantation (ACI) Therapy. *Bioengineering (Basel).* 2019 Mar 13;6(1):22. doi: [10.3390/bioengineering6010022](https://doi.org/10.3390/bioengineering6010022). PMID: 30871236; PMCID: PMC6466051.
 57. Ogura T, Mosier BA, Bryant T, Minas T. A 20-Year Follow-up After First-Generation Autologous Chondrocyte Implantation. *Am J Sports Med.* 2017 Oct;45(12):2751-2761. doi: [10.1177/0363546517716631](https://doi.org/10.1177/0363546517716631). Epub 2017 Jul 26. PMID: 28745972.
 58. McCarthy HS, McCall IW, Williams JM, Mennan C, Dugard MN, Richardson JB, Roberts S. Magnetic Resonance Imaging Parameters at 1 Year Correlate With Clinical Outcomes Up to 17 Years After Autologous Chondrocyte Implantation. *Orthop J Sports Med.* 2018 Aug 7;6(8):2325967118788280. doi: [10.1177/2325967118788280](https://doi.org/10.1177/2325967118788280). PMID: 30094269; PMCID: PMC6081761.
 59. Roberts S, Menage J, Sandell LJ, Evans EH, Richardson JB. Immunohistochemical study of collagen types I and II and procollagen IIA in human cartilage repair tissue following autologous chondrocyte implantation. *Knee.* 2009 Oct;16(5):398-404. doi: [10.1016/j.knee.2009.02.004](https://doi.org/10.1016/j.knee.2009.02.004). Epub 2009 Mar 9. PMID: 19269183; PMCID: PMC2739934.
 60. Sharma A, Rees D, Roberts S, Kuiper NJ. A case study: Glycosaminoglycan profiles of autologous chondrocyte implantation (ACI) tissue improve as the tissue matures. *Knee.* 2017 Jan;24(1):149-157. doi: [10.1016/j.knee.2016.10.002](https://doi.org/10.1016/j.knee.2016.10.002). Epub 2016 Oct 20. PMID: 27773574.
 61. McCarthy HS, Roberts S. A histological comparison of the repair tissue formed when using either Chondrogide® or periosteum during autologous chondrocyte implantation. *Osteoarthritis Cartilage.* 2013 Dec;21(12):2048-57. doi: [10.1016/j.joca.2013.10.004](https://doi.org/10.1016/j.joca.2013.10.004). Epub 2013 Oct 23. PMID: 24161708.

- <https://doi.org/10.3390/genes11080854>. PMID: 32722615; PMCID: PMC7464436.
18. Du J, Sun X, Ao L, Zhou X, Shi H, Yong Q, Zhang X, Guan T. Impact of Abnormal Mechanical Stress on Chondrocyte Death in Osteoarthritis. *Med Sci Monit*. 2025 Jun 10;31:e948290. doi: <https://doi.org/10.12659/MSM.948290>. PMID: 40493524; PMCID: PMC12166663.
 19. Shumnalieva R, Kotov G, Monov S. Obesity-Related Knee Osteoarthritis-Current Concepts. *Life (Basel)* 2023;13(8):1650. <https://doi.org/10.3390/life13081650>
 20. Awan UN, Waraich RS, Nangrejo R, Noor SS, Siddiqui IA, Ikram K. RAGE signalling contributes to oxidative stress and inflammation in knee osteoarthritis patients with metabolic syndrome. *Clin Exp Rheumatol*. 2024 Nov;42(11):2258-2264. doi: <https://doi.org/10.55563/clinexprheumatol/t3mejo>. Epub 2024 Jul 15. PMID: 39008290.
 21. Chen L, Zhang Z, Liu X. Role and Mechanism of Mechanical Load in the Homeostasis of the Subchondral Bone in Knee Osteoarthritis: A Comprehensive Review. *J Inflamm Res*. 2024 Nov 21;17:9359-9378. doi: <https://doi.org/10.2147/JIR.S492415>. PMID: 39600681; PMCID: PMC11590007.
 22. Issa RI, Griffin TM. Pathobiology of obesity and osteoarthritis: integrating biomechanics and inflammation. *Pathobiol Aging Age Relat Dis*. 2012 May 9;2(2012). doi: <https://doi.org/10.3402/pba.v2i0.17470>. PMID: 22662293; PMCID: PMC3364606.
 23. Doherty M. Risk factors for progression of knee osteoarthritis. *Lancet*. 2001 Sep 8;358(9284):775-6. doi: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(01\)06006-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(01)06006-8). PMID: 11564477.
 24. Neogi T, Zhang Y. Osteoarthritis prevention. *Curr Opin Rheumatol*. 2011 Mar;23(2):185-91. doi: <https://doi.org/10.1097/BOR.0b013e32834307eb>. PMID: 21206274; PMCID: PMC3156556.
 25. Allen KD, Golightly YM. State of the evidence. *Curr Opin Rheumatol*. 2015 May;27(3):276-83. doi: <https://doi.org/10.1097/BOR.0000000000000161>. PMID: 25775186; PMCID: PMC4405030.
 26. Shumnalieva R, Kotov G, Ermencheva P, Monov S. Pathogenic Mechanisms and Therapeutic Approaches in Obesity-Related Knee Osteoarthritis. *Biomedicines*. 2023 Dec 20;12(1):9. doi: <https://doi.org/10.3390/biomedicines12010009>. PMID: 38275369; PMCID: PMC10812969.
 27. Liang Y, Li J, Wang Y, He J, Chen L, Chu J, Wu H. Platelet Rich Plasma in the Repair of Articular Cartilage Injury: A Narrative Review. *Cartilage*. 2022 Jul-Sep;13(3):19476035221118419. doi: <https://doi.org/10.1177/19476035221118419>. PMID: 36086807; PMCID: PMC9465610.
 28. Sánchez M, Beitia M, Pompei O, Jorquera C, Sánchez P, Knörr J, et al. Isolation, Activation, and Mechanism of Action of Platelet-Rich Plasma and Its Applications for Joint Repair. *Regenerative Medicine: IntechOpen*; 2020. DOI: [10.5772/intechopen.90543](https://doi.org/10.5772/intechopen.90543)
 29. Yu D, Zhao J, Zhao K. The efficacy of platelet-rich plasma preparation protocols in the treatment of osteoarthritis: a network meta-analysis of randomized controlled trials. *J Orthop Surg Res*. 2025 Jun 24;20(1):614. doi: [10.1186/s13018-025-06026-1](https://doi.org/10.1186/s13018-025-06026-1) PMID: 40551225; PMCID: PMC12186406.
 30. Kale P, Patel H, Jaiswal AM. Mechanisms, Efficacy, and Clinical Applications of Platelet-Rich Plasma in Tendinopathy: A Comprehensive Review. *Cureus*. 2024 Jul 29;16(7):e65636. doi: [10.7759/cureus.65636](https://doi.org/10.7759/cureus.65636). PMID: 39205774; PMCID: PMC11350620.
 31. Bagheri K, Shekhar A, Kwok E, Dungy D, Stewart SL, Jamali AA. Platelet rich plasma compared to viscosupplementation in the treatment of knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials with 6 month and 12 month follow-up. *J Exp Orthop*. 2025 Jul 18;12(3):e70335. doi: [10.1002/jeo2.70335](https://doi.org/10.1002/jeo2.70335). PMID: 40689098; PMCID: PMC12272809.
 32. Raeissadat SA, Rahimi M, Rayegani SM, Moradi N. Cost-utility analysis and net monetary benefit of Platelet Rich Plasma (PRP), intra-articular injections in compared to Plasma Rich in Growth Factors (PRGF), Hyaluronic Acid (HA) and ozone in knee osteoarthritis in Iran. *BMC Musculoskelet Disord*. 2023 Jan 11;24(1):22. doi: [10.1186/s12891-022-06114-x](https://doi.org/10.1186/s12891-022-06114-x). PMID: 36631861; PMCID: PMC9832742.
 33. Chahla J, Cinque ME, Piuizzi NS, Mannava S, Geeslin AG, Murray IR, Dornan GJ, Muschler GF, LaPrade RF. A Call for Standardization in Platelet-Rich Plasma Preparation Protocols and Composition Reporting: A Systematic Review of the Clinical Orthopaedic Literature. *J Bone Joint Surg Am*. 2017 Oct 18;99(20):1769-1779. doi: [10.2106/JBJS.16.01374](https://doi.org/10.2106/JBJS.16.01374). PMID: 29040132.
 34. Dhurat R, Sukesh M. Principles and Methods of Preparation of Platelet-Rich Plasma: A Review and Author's Perspective. *J Cutan Aesthet Surg*. 2014 Oct-Dec;7(4):189-97. doi: [10.4103/0974-2077.150734](https://doi.org/10.4103/0974-2077.150734). PMID: 25722595; PMCID: PMC4338460.
 35. Ummarino A, Gambaro FM, Kon E, Torres Andón F. Therapeutic Manipulation of Macrophages Using Nanotechnological Approaches for the Treatment of Osteoarthritis. *Nanomaterials (Basel)*. 2020 Aug 9;10(8):1562. doi: [10.3390/nano10081562](https://doi.org/10.3390/nano10081562). PMID: 32784839; PMCID: PMC7466380.
 36. Sekiya I, Katano H, Mizuno M, Endo K, Asami A, Kajiwaru M, Otomo N, Koga H, Masumoto J, Ozeki N. 3D-MRI analysis of cartilage thickness changes after PRP injection in medial knee osteoarthritis: A preliminary report. *PLoS One*. 2025 Apr 30;20(4):e0321067. doi: [10.1371/journal.pone.0321067](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0321067). PMID: 40305563; PMCID: PMC12043159.
 37. Dabrowska S, Andrzejewska A, Janowski M and Lukomska B (2021) Immunomodulatory and Regenerative Effects of Mesenchymal Stem Cells and Extracellular Vesicles: Therapeutic Outlook for Inflammatory and Degenerative Diseases. *Front. Immunol*. 11:591065. doi: [10.3389/fimmu.2020.591065](https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.591065)
 38. El Omar R, Beroud J, Stoltz JF, Menu P, Velot E, Decot V. Umbilical cord mesenchymal stem cells: the new gold standard for mesenchymal stem cell-based therapies? *Tissue Eng Part B Rev*. 2014 Oct;20(5):523-44. doi: [10.1089/ten.TEB.2013.0664](https://doi.org/10.1089/ten.TEB.2013.0664). Epub 2014 Apr 22. PMID: 24552279.
 39. Kangari P, Talaei-Khozani T, Razeghian-Jahromi I, Razmkhah M. Mesenchymal stem cells: amazing remedies for bone and cartilage defects. *Stem Cell Res Ther*. 2020 Nov 23;11(1):492. doi: [10.1186/s13287-020-02001-1](https://doi.org/10.1186/s13287-020-02001-1). PMID: 33225992; PMCID: PMC7681994.
 40. Chang YH, Liu HW, Wu KC, Ding DC. Mesenchymal Stem Cells and Their Clinical Applications in Osteoarthritis. *Cell Transplant*. 2016;25(5):937-50. doi:

Addressing these limitations will lay the foundation for further personalized and effective management strategies for knee osteoarthritis.

Acknowledgement

We would like to express our sincere gratitude to Ms. Anis Ranjbarzad Hagh and Ms. Zahra Jodari Mohammadpour for their meticulous editing and thoughtful revisions of this manuscript. Their invaluable contributions in refining the content and improving the overall quality of this work are greatly appreciated.

Conflict of interest

The authors declare that they have no conflicts of interest.

References

1. He Y, Li Z, Alexander PG, Ocasio-Nieves BD, Yocum L, Lin H, Tuan RS. Pathogenesis of Osteoarthritis: Risk Factors, Regulatory Pathways in Chondrocytes, and Experimental Models. *Biology (Basel)*. 2020 Jul 29;9(8):194. doi: [10.3390/biology9080194](https://doi.org/10.3390/biology9080194). PMID: 32751156; PMCID: PMC7464998.
2. 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 Nov 26;29-30:100587. doi: [10.1016/j.eclinm.2020.100587](https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2020.100587). PMID: 34505846; PMCID: PMC7704420.
3. Castro-Dominguez F, Tibesku C, McAlindon T, Freitas R, Ivanavicius S, Kandaswamy P, Sears A, Latourte A. Literature Review to Understand the Burden and Current Non-surgical Management of Moderate-Severe Pain Associated with Knee Osteoarthritis. *Rheumatol Ther*. 2024 Dec;11(6):1457-1499. doi: [10.1007/s40744-024-00720-y](https://doi.org/10.1007/s40744-024-00720-y). Epub 2024 Oct 30. PMID: 39476083; PMCID: PMC11557795.
4. Siddiq MAB, Clegg D, Jansen TL, Rasker JJ. Emerging and New Treatment Options for Knee Osteoarthritis. *Curr Rheumatol Rev*. 2022;18(1):20-32. doi: [10.2174/1573397117666211116111738](https://doi.org/10.2174/1573397117666211116111738). PMID: 34784876.
5. Langworthy M, Dasa V, Spitzer AI. Knee osteoarthritis: disease burden, available treatments, and emerging options. *Ther Adv Musculoskelet Dis*. 2024 Sep 15;16:1759720X241273009. doi: [10.1177/1759720X241273009](https://doi.org/10.1177/1759720X241273009). PMID: 39290780; PMCID: PMC11406648.
6. Salis Z, Sainsbury A. Association of long-term use of non-steroidal anti-inflammatory drugs with knee osteoarthritis: a prospective multi-cohort study over 4-to-5 years. *Sci Rep*. 2024 Mar 19;14(1):6593. doi: [10.1038/s41598-024-56665-3](https://doi.org/10.1038/s41598-024-56665-3). PMID: 38504099; PMCID: PMC10950850.
7. da Costa BR, Pereira TV, Saadat P, Rudnicki M, Iskander SM, Bodmer NS, Bobos P, Gao L, Kiyomoto HD, Montezuma T, Almeida MO, Cheng PS, Hincapié CA, Hari R, Sutton AJ, Tugwell P, Hawker GA, Jüni P. Effectiveness and safety of non-steroidal anti-inflammatory drugs and opioid treatment for knee and hip osteoarthritis: network meta-analysis. *BMJ*. 2021 Oct 12;375:n2321. doi: [10.1136/bmj.n2321](https://doi.org/10.1136/bmj.n2321). PMID: 34642179; PMCID: PMC8506236.
8. Sánchez M, Anitua E, Delgado D, Sanchez P, Prado R, Goiriena JJ, Prosper F, Orive G, Padilla S. A new strategy to tackle severe knee osteoarthritis: Combination of intra-articular and intraosseous injections of Platelet Rich Plasma. *Expert Opin Biol Ther*. 2016;16(5):627-43. doi: [10.1517/14712598.2016.1157162](https://doi.org/10.1517/14712598.2016.1157162). Epub 2016 Mar 21. Erratum in: *Expert Opin Biol Ther*. 2016;16(5):1. doi: [10.1517/14712598.2016.1157162](https://doi.org/10.1517/14712598.2016.1157162). PMID: 26930117.
9. Andia I, Maffulli N. Platelet-rich plasma for managing pain and inflammation in osteoarthritis. *Nat Rev Rheumatol*. 2013 Dec;9(12):721-30. doi: [10.1038/nrrheum.2013.141](https://doi.org/10.1038/nrrheum.2013.141). Epub 2013 Oct 1. PMID: 24080861.
10. Uth K, Trifonov D. Stem cell application for osteoarthritis in the knee joint: A minireview. *World J Stem Cells*. 2014 Nov 26;6(5):629-36. doi: [10.4252/wjsc.v6.i5.629](https://doi.org/10.4252/wjsc.v6.i5.629). PMID: 25426260; PMCID: PMC4178263.
11. Park S, Park S, Jang JN, Choi YS, Kim DS, Sohn JE, Park JH. Radiofrequency ablation versus intra-articular mesenchymal stem cell injection for knee osteoarthritis: a systematic review and network meta-analysis. *Reg Anesth Pain Med*. 2025 Sep 4;50(9):747-758. doi: [10.1136/rapm-2024-105526](https://doi.org/10.1136/rapm-2024-105526). PMID: 38876799.
12. D DeRogatis M, Anis HK, Sodhi N, Ehiorobo JO, Chughtai M, Bhave A, Mont MA. Non-operative treatment options for knee osteoarthritis. *Ann Transl Med*. 2019 Oct;7(Suppl 7):S245. doi: [10.21037/atm.2019.06.68](https://doi.org/10.21037/atm.2019.06.68). PMID: 31728369; PMCID: PMC6828999.
13. Amirsaadat S, Amirzad H, Hashemihesar R, Zarghami N. An update on the effect of intra-articular intervention strategies using nanomaterials in osteoarthritis: Possible clinical application. *Front Bioeng Biotechnol*. 2023 Feb 16;11:1128856. doi: [10.3389/fbioe.2023.1128856](https://doi.org/10.3389/fbioe.2023.1128856). PMID: 36873347; PMCID: PMC9978162.
14. Fuggle NR, Cooper C, Oreffo ROC, Price AJ, Kaux JF, Maheu E, Cutolo M, Honvo G, Conaghan PG, Berenbaum F, Branco J, Brandi ML, Cortet B, Veronese N, Kurth AA, Matijevic R, Roth R, Pelletier JP, Martel-Pelletier J, Vlaskovska M, Thomas T, Lems WF, Al-Daghri N, Bruyère O, Rizzoli R, Kanis JA, Reginster JY. Alternative and complementary therapies in osteoarthritis and cartilage repair. *Aging Clin Exp Res*. 2020 Apr;32(4):547-560. doi: [10.1007/s40520-020-01515-1](https://doi.org/10.1007/s40520-020-01515-1). Epub 2020 Mar 13. PMID: 32170710; PMCID: PMC7170824.
15. Zhang Y, Chen X, Tong Y, Luo J, Bi Q. Development and Prospect of Intra-Articular Injection in the Treatment of Osteoarthritis: A Review. *J Pain Res*. 2020 Aug 4;13:1941-1955. doi: [10.2147/JPR.S260878](https://doi.org/10.2147/JPR.S260878). PMID: 32801850; PMCID: PMC7414982.
16. Charlesworth J, Fitzpatrick J, Perera NKP, Orchard J. Osteoarthritis- a systematic review of long-term safety implications for osteoarthritis of the knee. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019 Apr 9;20(1):151. doi: [10.1186/s12891-019-2525-0](https://doi.org/10.1186/s12891-019-2525-0). PMID: 30961569; PMCID: PMC6454763.
17. Primorac D, Molnar V, Rod E, Jeleč Ž, Čukelj F, Matišić V, Vrdoljak T, Hudetz D, Hajsok H, Borić I. Knee Osteoarthritis: A Review of Pathogenesis and State-Of-The-Art Non-Operative Therapeutic Considerations. *Genes (Basel)*. 2020 Jul 26;11(8):854. doi:

may also be applied in OA to mitigate catabolic activity following cell reinsertion.^(68, 69)

Total Knee Arthroplasty (TKA)

TKA is the standard surgical therapeutic intervention for patients with advanced-stage knee osteoarthritis and is considered the ultimate therapeutic option for severe joint degeneration.⁽⁷⁰⁾ While clinically effective in alleviating symptoms and improving joint function, TKA is associated with certain adverse events, including periprosthetic joint infection, implant loosening, and periprosthetic fractures.⁽⁷¹⁻⁷³⁾ Revision surgeries, often required in such cases, tend to have higher costs and suboptimal outcomes in comparison to primary procedures. Despite advancements in surgical techniques and prosthetic design, approximately 20% of patients report dissatisfaction after TKA, from residual pain, limited function, malalignment, or complications. Since predicting dissatisfaction remains challenging, combining various risk factors, may support more individualized care to improve satisfaction.⁽⁷⁴⁾

Nevertheless, TKA generally yields high satisfaction rates; one study reported that 96% of patients were satisfied, and 86% would choose to undergo the procedure again, emphasizing its positive impact on quality of life.⁽⁷⁵⁾ Technological advancements have contributed to better outcomes. Smart knee implants equipped with sensor technologies that enable real-time monitoring of recovery and function, robot-assisted TKA and superior surgical precision and prosthetic alignment, potentially leading to better long-term results.^(76, 77) TKA is also increasingly used in very elderly populations, including those aged 90 and above, such as nonagenarians and centenarians with comparable outcomes are to younger patients.⁽⁷⁸⁾ However, individuals with prior septic arthritis are at greater risk of complications following TKA compared to those with osteoarthritis.⁽⁷⁹⁾ Furthermore, the growing adoption of minimally invasive surgical techniques in TKA has been linked to reduced soft tissue trauma and faster recovery, further enhancing the appeal of this procedure.⁽⁸⁰⁾

Comparative Evaluation of Non-Surgical and Surgical Treatments for Knee Osteoarthritis

A comparative assessment of various interventions for KOA, including PRP, MSCs, hyaluronic acid HA, ACI, and TKA, was performed using data extracted from ClinicalTrials.gov. The efficacy, safety, and follow-up outcomes for each treatment are summarized in Table 1, with corresponding NCT IDs provided for reference.

This comprehensive evaluation highlights the differential benefits and limitations of non-surgical

versus surgical approaches, offering clinicians evidence-based insights for personalized treatment selection.

Future Directions

Innovations have the potential to improve the treatment landscape for knee osteoarthritis significantly. By standardizing PRP formulations through enhanced centrifugation protocols and the use of biomaterials, therapeutic efficacy can be increased by an impressive 15 to 20%.⁽⁸¹⁾ Evidence further suggests that MSC optimization helps chondrogenic differentiation through strategies such as gene editing.^(82, 83)

The combination of PRP and HA delivers impressive clinical benefits.⁽⁸⁴⁾ Advancements in ACI, including the development of scaffold-free platforms and three-dimensional bioprinting technologies, aim to reduce procedural costs while maintaining treatment efficacy. In the context of TKA, the implementation of sensor-equipped smart implants holds the potential to decrease the necessity for reoperation by 10 to 15 percent. This is achieved through enhanced load monitoring and the early detection of implant failure.⁽⁸⁵⁾ The utilization of biomarker-based precision medicine, specifically the assessment of synovial fluid indicators such as COMP and CTX-II, has the potential to enhance patient selection and optimize treatment outcomes by 20-25%.⁽⁸⁶⁾ Nonetheless, it is essential to conduct well-powered randomized trials to validate the sustained clinical benefits and cost-effectiveness of these emerging strategies.^(87, 88) Innovative methodologies, including microRNA-based therapies and the development of engineered cartilage constructs, are currently being investigated for early intervention in disease management.^(89, 90, 91) In addition, machine learning algorithms are being explored to predict individual treatment responses, offering new avenues for personalized management of knee osteoarthritis.⁽⁹²⁾

Conclusion

While this review consolidates current knowledge and highlights the promise of emerging regenerative therapies and surgical innovations, it underscores the importance of establishing standardized protocols, extended follow-up periods, and robust clinical trials to validate the long-term clinical safety and effectiveness of these treatments. The integration of patient-centered outcomes and economic evaluations will be equally important to ensure that these advancements translate into meaningful improvements in patient care and accessibility.

which introduced standardized protocols for chondrocyte expansion and processing.⁽⁵⁶⁾ Furthermore, the establishment of Good Manufacturing Practice (GMP)-compliant facilities facilitated longitudinal evaluation of repair tissue, where imaging (MRI) and histological biomarkers

emerged as predictors of long-term clinical outcomes.^(56, 58) Additional investigations of constituents of the extracellular matrix (ECM), including glycosaminoglycans (GAGs) and collagen, provided deeper insights into the biological processes of tissue regeneration.^(59, 60)

Table 1. Summary of Key Randomized Controlled Trials on Non-Surgical and Surgical Treatments for Knee Osteoarthritis

Treatment	Number of Participants	Condition/KL	Intervention	Main Efficacy Outcomes	Safety	Follow-up	ClinicalTrials.gov ID
PRP	52	KL 1-3	3 weekly IA injections (4 mL, LP-PRP)	VAS ↓44; WOMAC 3.0; IKDC 65.5	No AEs	1 year	NCT02588872
HA	59	KL 1-3	3 weekly IA injections (2 mL HA)	VAS 57; WOMAC 4.0; IKDC 55.8	No AEs	1 year	NCT02588872
QS-TKA	45	Not specified	Quadriceps-sparing TKA	Better HSS recovery vs MIS-TKA	No AEs	6 months	NCT02160977
Allogenic MSCs	15	KOA	IA 40M donor MSCs	WOMAC -13; VAS -21; SF-12 ↑21	No serious AEs	1 year	NCT01586312
ACI-C	21	Not specified	Collagen-based ACI	KOOS +10; Lysholm +17; VAS -19	No serious AEs	2 years	NCT01458782
TKA Traditional	22	Not Specified	Traditional TKA	Similar to Min-TKA	No serious AEs	12 weeks	NCT00710840

Second-generation ACI: To overcome limitations associated with the periosteal flap, a porcine-derived type I/III collagen membrane (Chondro-Gide™, Geistlich) was introduced. This improvement enhanced surgical handling and reduced donor-site complications. Despite superior clinical outcomes, a proportion of patients continued to require secondary surgical interventions.^(61, 62)

Third-generation ACI (MACI™): Matrix-assisted ACI involves embedding autologous chondrocytes within a biodegradable scaffold. This approach offers greater control over cell distribution, facilitating the repair of larger defects. It has been associated with lower graft failure rates compared with earlier generations.^(63, 64)

Despite significant advancements, several challenges persist. One of the primary limitations is the propensity of chondrocytes to undergo dedifferentiation during in vitro expansion, which diminishes their ability to regenerate hyaline-like

cartilage effectively.⁽⁵⁶⁾ Recent evidence suggests that chondrons—defined as chondrocytes together with their pericellular matrix—exhibit superior regenerative potential; however, their low yield limits widespread clinical use.⁽⁶⁵⁾

Ongoing clinical research is exploring novel strategies such as spheroidal aggregates of expanded chondrocytes with their native ECM (Spherox), currently under investigation for lesions measuring 4–10 cm². Although promising, definitive data from this trial remain unavailable.⁽⁶⁶⁾ Although autologous chondrocyte implantation (ACI) has not yet been approved for the treatment of osteoarthritis, ongoing advancements in tissue engineering and regenerative medicine indicate its potential as an alternative to arthroplasty for managing degenerative joint diseases.⁽⁵⁶⁾ The gene-editing technologies such as CRISPR-Cas9 have emerged as potential adjuncts to enhance the regenerative function of chondrocytes.⁽⁶⁷⁾ Beyond cartilage repair, CRISPR-based approaches

improves procedural accuracy and enhances overall efficiency.⁽⁴⁴⁾

A systematic review and meta-analysis comprising 15 randomized controlled trials and four observational studies, involving a total of 584 individuals with knee osteoarthritis, demonstrated significant reductions in pain (VAS) and improvements in functional outcomes (WOMAC) within 6 to 12 months post-treatment ($p < 0.001$). Importantly, the incidence of adverse events did not differ significantly between participants receiving MSC therapy and control groups ($p > 0.05$), supporting a favorable safety profile.^(45, 46)

Intra-articular administration of bone marrow-derived mesenchymal stem cells (BM-MSCs) has been associated with substantial improvements in pain relief, enhanced joint function, and overall quality of life in patients with knee osteoarthritis, particularly those with Kellgren-Lawrence grade II–III disease. Optimal clinical outcomes are generally observed with a median dose of approximately 40×10^6 cells. In contrast, individuals with advanced osteoarthritis (grade IV) exhibit only limited therapeutic benefits, highlighting the influence of disease severity on treatment efficacy.^(47, 48)

The findings suggest PRP may provide slightly superior short-term benefits over MSC therapy. Nevertheless, the scarcity of studies and the presence of potential biases underscore the necessity for larger, high-quality clinical trials.⁽⁴⁹⁾ Despite promising clinical outcomes, MSC therapy still faces challenges, including inconsistent results, variable dosing and administration methods, limited cell survival at injection sites, and the risk of heterotopic ossification. More large-scale randomized controlled trials are warranted to refine protocols and confirm long-term efficacy.^(47, 48)

Hyaluronic Acid (HA) Injections

Hyaluronic acid (HA) is a naturally occurring glycosaminoglycan found in the synovial fluid of the knee, playing a crucial role in joint lubrication and the protection of cartilage against mechanical stress. In osteoarthritic knees, HA concentrations are diminished, resulting in compromised lubrication, reduced shock absorption, and consequently, increased pain and restricted joint mobility.^(50, 51) Intra-articular HA injections can restore these functions and provide symptom relief for several months; however, their effectiveness is limited due to rapid degradation. Novel HA-based hydrogels with enhanced stability have been developed to improve therapeutic outcomes in slowing the progression of Osteoarthritis. Although HA is generally safe, clinical results vary, and combining HA with PRP has shown superior effects.⁽⁵⁰⁾ HA is produced with a high molecular

weight but progressively undergoes enzymatic degradation within the joint environment, leading to a decrease in its molecular size.⁽⁵²⁾ In arthritic knees, altered regulation of hyaluronic acid (HA) synthesis, degradation, and clearance results in a concurrent reduction in both the concentration and molecular weight of HA within the synovial fluid.⁽⁵³⁾ These changes detrimentally affect the viscoelastic properties of synovial fluid, thereby increasing mechanical load on the articular cartilage and accelerating joint degeneration.⁽⁵⁴⁾ A systematic review on randomized controlled trials with a total of 3,851 participants relative to the therapeutic efficacy of intra-articular HA injections with placebo in patients with knee osteoarthritis concluded that in 2 to 4 weeks a more significant improvements in pain and stiffness subscales of the WOMAC was evident among HA recipients.⁽⁵⁴⁾ Follow-up evaluations conducted 5 to 8 weeks after the initial intervention demonstrated a significant reduction in resting pain, favoring treatment with hyaluronic acid (HA). These results indicate that intra-articular HA injections can provide effective short-term pain relief in patients with knee osteoarthritis.⁽⁵⁴⁾

Surgical Treatment Approaches:

Autologous Chondrocyte Implantation (ACI)

The principle of autologous chondrocyte implantation (ACI) involves harvesting a small biopsy of healthy cartilage from the knee, expanding the isolated chondrocytes *ex vivo*, and subsequently re-implanting millions of cultured cells into the damaged joint surface as a graft. In 2000, ACI was not recommended for routine management of localized knee cartilage defects within the NHS due to the absence of randomized controlled trial (RCT) evidence at that time.⁽⁵⁴⁾ The functional units of cartilage, chondrocytes, serve a pivotal role in cartilage preservation and regeneration, and the formation of a new layer of hyaline-like cartilage to restore the joint surface is the idea behind ACI.⁽⁵⁵⁾ Articular cartilage is avascular and possesses a limited capacity for self-repair. While isolated cartilage loss is defined as a cartilage defect, combined cartilage and bone loss is referred to as an osteochondral defect. Over time, three major generations of ACI have been developed: The first-generation autologous chondrocyte implantation (ACI) technique involves the placement of cultured and expanded chondrocytes beneath a periosteal flap. This approach has been associated with complications such as periosteal contracture, donor site morbidity, and graft failure resulting from hypertrophy or delamination.^(56, 57) A major milestone was the commercialization of Carticel® (Genzyme),

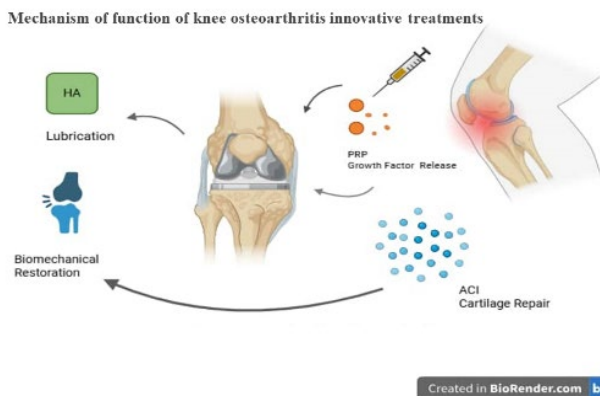


Figure 1: Mechanism of function of knee osteoarthritis innovative treatments, illustrating the roles of PRP (growth factor release), MSC (chondrocyte differentiation), ACI (hyaline cartilage formation), HA (lubrication), and TKA (joint replacement) in addressing cartilage thinning, synovial inflammation, and subchondral bone changes.

Although PRP injections are generally regarded as safe, the risks of temporary mild, pain, swelling, bruising, redness, and skin irritation at the injection site are present. Joint infections, being a dreadful side-effect may occur if sterile procedures are not followed meticulously. Rarely, allergic reactions may happen, particularly in individuals with a history of allergies to blood-derived products. Some more serious complications, such as nerve or tissue damage, may rarely happen from improper needle placement or poor injection techniques, producing numbness, weakness, or tissue damage. To minimize these potential risks, injections can be performed using image-guided techniques, with strict adherence to established protocols to ensure precise and safe administration.⁽³⁰⁾ A systematic review and meta-analysis of 26 randomized controlled trials, including a total of 1,650 knees, demonstrated that platelet-rich plasma (PRP) provides superior clinical outcomes compared to hyaluronic acid (HA) at 6- and 12-month follow-ups, as assessed by WOMAC and VAS scores. The therapeutic effect of PRP was most pronounced when platelet concentrations ranged between 750,000 and 1,250,000 platelets/ μL . These findings, representing level 1 evidence, support the potential of PRP as a more effective medium-term intervention for knee osteoarthritis than HA. However, caution is warranted due to variability in PRP preparation methods, which may influence treatment efficacy.⁽³¹⁾ Raeissadat et al. have recommended PRP as the preferred option in moderate KOA, considering its cost-effectiveness and utility.⁽³²⁾ A systematic review by Chahla et al.⁽³³⁾ examining PRP preparation protocols and composition found that only 10% of the included studies provided a comprehensive

description of the preparation process, while merely 16% reported detailed information regarding the composition of the PRP. These authors concluded that lack of standardization hampers the ability to make effective comparisons between PRP products and strongly advocated the inclusion of comprehensive, step-by-step protocols in future studies. Dhurat and Sukesh, have offered valuable recommendations specifying the essential components that should be incorporated into a standardized PRP protocol.⁽³⁴⁾ A significant limitation of injection-based techniques remains the "limited duration of sufficient drug dosage within the joint" required to achieve sustained therapeutic effects. To overcome this challenge, several novel nanotechnological approaches and nanocarriers have been developed and are currently under investigation.⁽³⁵⁾

While PRP injections can provide symptomatic relief in certain regions of the knee, their effectiveness appears reduced in areas severely impacted by medial osteoarthritis. This highlights the necessity for additional studies to better understand PRP's role in cartilage repair and to refine treatment strategies for optimal clinical outcomes in knee osteoarthritis.⁽³⁶⁾

Mesenchymal Stem Cell (MSC) Therapy

Mesenchymal stem cells (MSCs), sourced from bone marrow, adipose tissue, and umbilical cord, exhibit potent immunomodulatory effects and possess significant anti-inflammatory and tissue-repairing capabilities.^(37, 38) These cells contribute to cartilage repair by differentiating into chondrocytes, secreting trophic factors such as transforming growth factor-beta (TGF- β) and insulin-like growth factor-1 (IGF-1), and modulating the inflammatory environment through mediators like interleukin-10 (IL-10) and prostaglandin E2 (PGE2).^(37, 39, 40)

Bone marrow-derived mesenchymal stem cells (BM-MSCs) have been extensively investigated due to their high proliferative capacity and their potential to differentiate into chondrogenic lineages.⁽⁴⁰⁾ The relative simplicity of obtaining these cells from a patient's own bone marrow renders them a more economical source compared with other MSC types. Clinical studies demonstrate that both intra-articular administration and surgical delivery of BM-MSCs result in beneficial therapeutic outcomes in individuals with KOA.^(41, 42) Nonetheless, limitations include donor site discomfort, the low proportion of retrievable cells ($\approx 0.001\%$ of nucleated bone marrow cells), and a decline in differentiation potential with advancing donor age.⁽⁴³⁾ Performing bone marrow aspiration from the anterior or posterior iliac crest under local anesthesia, with the assistance of ultrasound or fluoroscopic guidance, significantly

Chronic administration of nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) has been consistently linked to an elevated risk of gastrointestinal hemorrhage as well as a range of cardiovascular adverse events.^(6, 7) Recently, advancements in regenerative medicine and surgical techniques have enabled the development of innovative therapies to alleviate symptoms and promote structural joint repair. PRP, also known as platelet-rich plasma, is a therapy that has been shown to be effective in managing pain and inflammation. However, its effectiveness can vary depending on the methods used in its preparation.^(8, 9)

The exploration of mesenchymal stem cell (MSC) therapy is on the rise due to its ability to stimulate cartilage repair and enhance joint function, especially in individuals who are in moderate stages of knee osteoarthritis.^(10, 11) Hyaluronic acid (HA) injections are utilized to transiently mitigate joint pain and improve functional performance; however, the clinical efficacy of these interventions is constrained by their inherently limited duration of action and rapid biodegradation within the synovial environment.^(12, 13) Autologous chondrocyte implantation (ACI) is primarily employed to treating specific cartilage defects, rather than widespread Osteoarthritis, and has shown limited improvement in symptoms.⁽¹⁴⁾ Total knee arthroplasty (TKA) is a viable option for severe knee osteoarthritis, offering substantial pain relief and improved function, though it carries risks of complications.^(15, 16) The non-surgical innovative therapies are being assessed for their clinical outcomes and safety profiles in this review. Further research is, of course, crucial to improve these treatments and determine their long-term Effectiveness.⁽¹⁷⁾

Materials & Methods

To identify recent reviews, a comprehensive literature search was conducted in PubMed and Google Scholar and research articles on the management of KOA. Additionally, clinical trial data were extracted from ClinicalTrials.gov to support the comparative analysis. The search focused on non-surgical interventions, including PRP, MSCs, and HA, as well as surgical procedures such as ACI, and TKA. Keywords used included: knee osteoarthritis; regenerative medicine; platelet-rich plasma; mesenchymal stem cells; hyaluronic acid; total knee arthroplasty. All duplicate records were eliminated, and predefined inclusion and exclusion criteria were applied to ensure the selection of unique, high-quality

studies. Only full-text publications written in English were considered eligible for inclusion in the analysis.

Pathophysiology of Knee Osteoarthritis

KOA is driven by the combined effects of mechanical stress, inflammation, and metabolic dysregulation.^(18, 19) Progressive cartilage degradation is predominantly driven by a dysregulation between anabolic and catabolic processes within the joint microenvironment. Proinflammatory cytokines such as IL-1<unk> and TNF-<unk> are responsible for this imbalance and matrix-degrading enzymes like MMP-13 and ADAMTS-5 are also elevated.^(18, 21) Synovial inflammation and subchondral bone sclerosis play a critical role in joint degeneration, establishing a self-perpetuating and destructive cycle that exacerbates osteoarthritic progression.^(21, 22)

Several risk factors exacerbate disease progression: Aging, which impairs chondrocyte function; obesity, which leads to excessive mechanical loading and increases inflammation from adipokines; and previous joint injuries that disrupt normal biomechanics.^(23, 24) Genetic factors, such as polymorphisms in the COL2A1 gene, increase the susceptibility to cartilage damage.⁽²⁵⁾ A thorough insight into these underlying mechanisms plays a critical role in developing targeted interventions to repair structural joint damage rather than solely providing symptomatic relief.⁽²⁶⁾ Figure 1 illustrates highlights the role of some innovative treatments in cartilage repair and joint restoration.

Nonsurgical Treatment Approaches

Platelet-Rich Plasma (PRP)

PRP is an autologous blood-derived concentrate enriched with platelets. These platelets produce multiple bioactive mediators such as TGF-<unk>, VEGF, and platelet-derived growth factor (PDGF). These platelets secrete multiple bioactive mediators, such as transforming growth factor-beta (TGF- β), vascular endothelial growth factor (VEGF), and platelet-derived growth factor (PDGF).⁽²⁷⁾ These growth factors help to promote cartilage repair and maintain joint homeostasis by enhancing chondrocyte proliferation, enhancing extracellular matrix (ECM) synthesis, and providing anti-inflammatory effects.⁽²⁸⁾ A meta-analysis indicated that PRP significantly improved clinical outcomes in patients with Kallgren-Lawrence grades II to III, compared to HA injections administered over several months. PRP is most effective in the early to moderate stages of knee osteoarthritis, where cartilage damage may still be reversible.⁽²⁹⁾

Innovative Treatment Approaches for Knee Osteoarthritis: From Injections to Regenerative Surgery

(Review Article)

Abstract

Knee osteoarthritis (KOA) is a common degenerative joint disease that mostly impacts adults over 5 years of age. Its prevalence is considerably higher in women, individuals with excess body weight and people with prior joint trauma. Current treatment strategies primarily focus on symptom control, which underscores the urgent need for more effective and disease-modifying therapies. Recent advances in both nonsurgical and surgical modalities have introduced promising regenerative options. Therapeutic modalities notably mesenchymal stem cells (MSCs) and platelet-rich plasma (PRP) have demonstrated substantial potential in attenuating inflammatory responses and facilitating cartilage regeneration, particularly during the early pathological phases of knee osteoarthritis. Intra-articular hyaluronic acid (HA) injections provide only temporary symptomatic relief and show limited long-term efficacy. For advanced cases, surgical interventions including autologous chondrocyte implantation (ACI) and knee arthroplasty (TKA) remain viable options, with their associated risks and complications. Personalized treatment approaches based on disease severity, progression, and patient-specific factors are likely to yield optimal outcomes. Future directions in KOA management may include gene-edited MSCs, smart implants, and the integration of machine learning to enhance therapeutic precision and long-term success.

Keywords: Osteoarthritis of knee, regenerative medicine, mesenchymal stem cells, platelet-rich plasma, hyaluronic acid

Accepted: 42 days before printing

Farshad Shayanmehr, MD¹, Zahra Jodari Mohammadpour, PHD², Anis Ranjbarzad Hagh, PHD², Asghar Elmi, MD³

1. Department of Orthopedic Surgery, Faculty of Medicine, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran
2. Immunology Research Center, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran
3. Shohada Hospital, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

Corresponding Author:
Asghar Elmi, MD
Email address:
Elmimail@yahoo.com

Introduction

Osteoarthritis (OA) is a disease of the joints that is very common and progresses over time, causing significant pain and functional limitations in millions of people worldwide. The articular cartilage is gradually eroded, osteophytes form, subchondral bone is remodeled, and the synovial membrane is altered due to inflammation, which are hallmark pathological features of the condition. As a heterogeneous and multifaceted disease process, OA involves all structural components of the joint and reflects a complex interplay of biomechanical, cellular, and biochemical determinants.⁽¹⁾ According to Cui et al. (2022), the prevalence of knee osteoarthritis in adults over 50 is estimated to range from 14% to 38% worldwide. Disease incidence increases with advancing age and shows a markedly higher frequency in women compared to men, with a prevalence ratio of approximately 1.69. Contributing factors to this disparity include obesity (measured by body mass index, or BMI), aging, and possibly genetic predisposition, which result in variations in the incidence of the disease across different populations.⁽²⁾ Knee osteoarthritis pain adversely affects patients' quality of life. It incurs substantial costs for healthcare systems through direct costs and indirect consequences, including reduced work output and early exits from the workforce.⁽³⁾ Standard treatments for knee osteoarthritis (KOA) primarily aim to alleviate pain and enhance joint function, and typically encompass Physical therapy, NSAIDs, and corticosteroid injections are all part of the treatment plan. However, these treatments do not effectively prevent cartilage deterioration or repair the joint's structure.^(4, 5)

30. Jablecki CK, Andary MT, Floeter MK, Miller RG, Quartly CA, Vennix MJ, Wilson JR; American Association of Electrodiagnostic Medicine; American Academy of Neurology; American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. Practice parameter: Electrodiagnostic studies in carpal tunnel syndrome [RETIRED]. Report of the American Association of Electrodiagnostic Medicine, American Academy of Neurology, and the American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. *Neurology*. 2002 Jun 11;58(11):1589-92. doi: [10.1212/wnl.58.11.1589](https://doi.org/10.1212/wnl.58.11.1589). PMID: 12058083.
31. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA*. 2013 Nov 27;310(20):2191-4. doi: [10.1001/jama.2013.281053](https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053). PMID: 24141714.
32. Bagga B, Sinha A, Khandelwal N, Modi M, Ahuja CK, Sharma R. Comparison of Magnetic Resonance Imaging and Ultrasonography in Diagnosing and Grading Carpal Tunnel Syndrome: A Prospective Study. *Curr Probl Diagn Radiol*. 2020 Mar-Apr;49(2):102-115. doi: [10.1067/j.cpradiol.2019.04.004](https://doi.org/10.1067/j.cpradiol.2019.04.004). Epub 2019 Apr 10. PMID: 31126663.
33. Allam MFAB, Ibrahiem MA, Allam AFAB. The value of quantitative MRI using 1.5 T magnet in diagnosis of carpal tunnel syndrome. *The Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2017;48(1):201-6.
34. Park JS, Won HC, Oh JY, Kim DH, Hwang SC, Yoo JI. Value of cross-sectional area of median nerve by MRI in carpal tunnel syndrome. *Asian J Surg*. 2020 Jun;43(6):654-659. doi: [10.1016/j.asjsur.2019.08.001](https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2019.08.001). Epub 2019 Aug 28. PMID: 31473048.
35. Ng AWH, Griffith JF, Ng ISH. MRI of carpal tunnel syndrome: before and after carpal tunnel release. *Clinical Radiology*. 2021;76(12):940.e29-.e35.
36. Koh SH, Kwon BC, Park C, Hwang SY, Lee JW, Kim SS. A comparison of the performance of anatomical MRI and DTI in diagnosing carpal tunnel syndrome. *Eur J Radiol*. 2014 Nov;83(11):2065-73. doi: [10.1016/j.ejrad.2014.08.007](https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2014.08.007). Epub 2014 Aug 19. PMID: 25193779.
37. Alkaphoury MG, Dola EF. Ultrasound and magnetic resonance imaging neurography assessment of diagnostic criteria in patients with carpal tunnel syndrome using electrophysiological tests as gold standard: A prospective study. *SAGE Open Med*. 2023 Dec 29;12:20503121231218889. doi: [10.1177/20503121231218889](https://doi.org/10.1177/20503121231218889). PMID: 38162910; PMCID: PMC10757434.

- Health (NIH); [cited 2022 Mar]. Available from: <https://www.nih.gov/about-nih/nih-almanac/national-institute-neurological-disorders-stroke-ninds>.
3. American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS). Management of carpal tunnel syndrome: evidence-based clinical practice guideline. Rosemont (IL): American Academy of Orthopaedic Surgeons; 2016.
 4. Osterman M, Ilyas AM, Matzon JL. Carpal tunnel syndrome in pregnancy. *Orthop Clin North Am.* 2012 Oct;43(4):515-20. doi: [10.1016/j.ocl.2012.07.020](https://doi.org/10.1016/j.ocl.2012.07.020). Epub 2012 Sep 4. PMID: 23026467.
 5. Shiri R. Hypothyroidism and carpal tunnel syndrome: a meta-analysis. *Muscle Nerve.* 2014 Dec;50(6):879-83. doi: [10.1002/mus.24453](https://doi.org/10.1002/mus.24453). Epub 2014 Oct 30. PMID: 25204641.
 6. Lozano-Calderón S, Anthony S, Ring D. The quality and strength of evidence for etiology: example of carpal tunnel syndrome. *J Hand Surg Am.* 2008 Apr;33(4):525-38. doi: [10.1016/j.jhsa.2008.01.004](https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2008.01.004). PMID: 18406957.
 7. Padua L, Coraci D, Erra C, Pazzaglia C, Paolasso I, Loreti C, Caliendo P, Hobson-Webb LD. Carpal tunnel syndrome: clinical features, diagnosis, and management. *Lancet Neurol.* 2016 Nov;15(12):1273-1284. doi: [10.1016/S1474-4422\(16\)30231-9](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(16)30231-9). Epub 2016 Oct 11. PMID: 27751557.
 8. Atroshi I, Gummesson C, Johnsson R, Ornstein E, Ranstam J, Rosén I. Prevalence of carpal tunnel syndrome in a general population. *JAMA.* 1999 Jul 14;282(2):153-8. doi: [10.1001/jama.282.2.153](https://doi.org/10.1001/jama.282.2.153). PMID: 10411196.
 9. Sevy J, Sina R, Varacallo M. Carpal tunnel syndrome [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [updated 2023 Oct 29]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448179/>.
 10. Keith MW, Masear V, Chung KC, Maupin K, Andary M, Amadio PC, Watters WC 3rd, Goldberg MJ, Haralson RH 3rd, Turkelson CM, Wies JL, McGowan R. American Academy of Orthopaedic Surgeons Clinical Practice Guideline on diagnosis of carpal tunnel syndrome. *J Bone Joint Surg Am.* 2009 Oct;91(10):2478-9. doi: [10.2106/JBJS.I.00643](https://doi.org/10.2106/JBJS.I.00643). PMID: 19797585; PMCID: PMC7000128.
 11. Tiong, W.H.C., Ismael, T. & Regan, P.J. Two rare causes of carpal tunnel syndrome. *Ir J Med Sci* 174 (Suppl 1), 70 (2005). doi: [10.1007/BF03170208](https://doi.org/10.1007/BF03170208)
 12. Conceição I, González-Duarte A, Obici L, Schmidt HH, Simoneau D, Ong ML, Amass L. "Red-flag" symptom clusters in transthyretin familial amyloid polyneuropathy. *J Peripher Nerv Syst.* 2016 Mar;21(1):5-9. doi: [10.1111/jns.12153](https://doi.org/10.1111/jns.12153). PMID: 26663427; PMCID: PMC4788142.
 13. Stevens JC, Beard CM, O'Fallon WM, Kurland LT. Conditions associated with carpal tunnel syndrome. *Mayo Clin Proc.* 1992 Jun;67(6):541-8. doi: [10.1016/s0025-6196\(12\)60461-3](https://doi.org/10.1016/s0025-6196(12)60461-3). PMID: 1434881.
 14. Ng AWH, Griffith JF, Tong CSL, Law EKC, Tse WL, Wong CWY, Ho PC. MRI criteria for diagnosis and predicting severity of carpal tunnel syndrome. *Skeletal Radiol.* 2020 Mar;49(3):397-405. doi: [10.1007/s00256-019-03291-0](https://doi.org/10.1007/s00256-019-03291-0). Epub 2019 Aug 9. PMID: 31396669.
 15. Uchiyama S, Itsubo T, Yasutomi T, Nakagawa H, Kamimura M, Kato H. Quantitative MRI of the wrist and nerve conduction studies in patients with idiopathic carpal tunnel syndrome. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2005 Aug;76(8):1103-8. doi: [10.1136/jnnp.2004.051060](https://doi.org/10.1136/jnnp.2004.051060). PMID: 16024888; PMCID: PMC1739757.
 16. Ertem DH, Sirin TC, Yilmaz I. Electrophysiological responsiveness and clinical outcomes of local corticosteroid injection in the treatment of carpal tunnel syndrome. *Arq Neuropsiquiatr.* 2019 Sep 23;77(9):638-645. doi: [10.1590/0004-282X20190106](https://doi.org/10.1590/0004-282X20190106). PMID: 31553394.
 17. Sonoo M, Menkes DL, Bland JDP, Burke D. Nerve conduction studies and EMG in carpal tunnel syndrome: Do they add value? *Clin Neurophysiol Pract.* 2018 Apr 5;3:78-88. doi: [10.1016/j.cnp.2018.02.005](https://doi.org/10.1016/j.cnp.2018.02.005). PMID: 30215013; PMCID: PMC6133914.
 18. Ibrahim I, Khan WS, Goddard N, Smitham P. Carpal tunnel syndrome: a review of the recent literature. *Open Orthop J.* 2012;6:69-76. doi: [10.2174/1874325001206010069](https://doi.org/10.2174/1874325001206010069). Epub 2012 Feb 23. PMID: 22470412; PMCID: PMC3314870.
 19. Tirota I, Dichiarante V, Pigliacelli C, Cavallo G, Terraneo G, Bombelli FB, Metrangolo P, Resnati G. (19)F magnetic resonance imaging (MRI): from design of materials to clinical applications. *Chem Rev.* 2015 Jan 28;115(2):1106-29. doi: [10.1021/cr500286d](https://doi.org/10.1021/cr500286d). Epub 2014 Oct 20. PMID: 25329814.
 20. Ng AWH, Griffith JF, Tong CSL, Law EKC, Tse WL, Wong CWY, Ho PC. MRI criteria for diagnosis and predicting severity of carpal tunnel syndrome. *Skeletal Radiol.* 2020 Mar;49(3):397-405. doi: [10.1007/s00256-019-03291-0](https://doi.org/10.1007/s00256-019-03291-0). Epub 2019 Aug 9. PMID: 31396669.
 21. Allam MFAB, Ibrahim MA, Allam AFAB. The value of quantitative MRI using 1.5T magnet in diagnosis of carpal tunnel syndrome. *Egypt J Radiol Nucl Med.* 2017;48(1):201-206.
 22. Tsujii M, Hirata H, Morita A, Uchida A. Palmar bowing of the flexor retinaculum on wrist MRI correlates with subjective reports of pain in carpal tunnel syndrome. *J Magn Reson Imaging.* 2009 May;29(5). doi: [1102-5. doi: 10.1002/jmri.21459](https://doi.org/10.1002/jmri.21459). PMID: 19388125.
 23. Uchiyama S, Itsubo T, Yasutomi T, Nakagawa H, Kamimura M, Kato H. Quantitative MRI of the wrist and nerve conduction studies in patients with idiopathic carpal tunnel syndrome. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2005 Aug;76(8):1103-8. doi: [10.1136/jnnp.2004.051060](https://doi.org/10.1136/jnnp.2004.051060). PMID: 16024888; PMCID: PMC1739757.
 24. Tai TW, Wu CY, Su FC, Chern TC, Jou IM. Ultrasonography for diagnosing carpal tunnel syndrome: a meta-analysis of diagnostic test accuracy. *Ultrasonol Med Biol.* 2012 Jul;38(7):1121-8. doi: [10.1016/j.ultrasmedbio.2012.02.026](https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2012.02.026). Epub 2012 Apr 27. PMID: 22542258.
 25. Erickson M, Lawrence M, Lucado A. The role of diagnostic ultrasound in the examination of carpal tunnel syndrome: an update and systematic review. *J Hand Ther.* 2022 Apr-Jun;35(2):215-225. doi: [10.1016/j.jht.2021.04.014](https://doi.org/10.1016/j.jht.2021.04.014). Epub 2021 Apr 14. PMID: 34261588.
 26. Dabbagh A, MacDermid JC, Yong J, Packham TL, Grewal R, Boutsikari EC. Diagnostic Test Accuracy of Provocative Maneuvers for the Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Phys Ther.* 2023 Jun 5;103(6):pzad029. doi: [10.1093/ptj/pzad029](https://doi.org/10.1093/ptj/pzad029). PMID: 37366626; PMCID: PMC10294560.
 27. Levine DW, Simmons BP, Koris MJ, Daltroy LH, Hohl GG, Fossel AH, Katz JN. A self-administered questionnaire for the assessment of severity of symptoms and functional status in carpal tunnel syndrome. *J Bone Joint Surg Am.* 1993 Nov;75(11):1585-92. doi: [10.2106/00004623-199311000-00002](https://doi.org/10.2106/00004623-199311000-00002). PMID: 8245050.
 28. Rezazadeh A, Bakhtiary A, Samaei A, Moghimi J. Validity and reliability of the Persian Boston questionnaire in Iranian patients with carpal tunnel syndrome. *Koomesh* 2014; 15(2):138-145
 29. Hassankhani GG, Moradi A, Birjandinejad A, Vahedi E, Kachooei AR, Ebrahimzadeh MH. Translation and Validation of the Persian Version the Boston Carpal Tunnel Syndrome Questionnaire. *Arch Bone Jt Surg.* 2018 Jan;6(1):71-77. PMID: 29430499; PMCID: [PMC5799604](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC5799604/).

The value of SIR, defined as the standardized ratio of nerve signal to a muscular reference, is also confirmed in the literature. Allam et al.,⁽³³⁾ using a 1.5 T field and water-sensitive sequences such as T2-SPAIR, showed that nerve/hypothenar SIR and diffusion parameters (ADC) significantly differ between patients and controls across multiple tunnel levels. A critical methodological point is the dependency of results on the measurement level (pisiform at the inlet versus hook of hamate at the outlet), which must be explicitly reported. This sensitivity to measurement location partly explains heterogeneity in thresholds across studies.⁽³³⁾

For other structural markers, flexor retinaculum bowing is notable, as it has been reported to correlate with symptom severity and may inform preoperative decision-making. One study demonstrated the association of retinaculum bowing with clinical signs and suggested it should be assessed alongside volumetric and signal indices.⁽²²⁾ Our observation of parallel increases in volumetric and signal indices in the CTS group reinforces this combined approach.

Regarding the optimal CSA measurement site, MRI data suggest that CSA at the tunnel inlet (pisiform level) often provides higher discriminatory value than at the outlet, although localized swelling at the outlet (hook of hamate) may predominate in some patients. One study explicitly reported differences between the pisiform and hook of hamate, emphasizing the diagnostic value of inlet CSA.⁽³⁴⁾ Nonetheless, population and protocol differences may shift this pattern, so measurement site should be clearly reported, and both levels assessed when feasible.

The role of MRI relative to other modalities must be considered in the clinical context. Although electrodiagnostic studies remain the first-line method for quantifying conduction deficits, MRI has specific utility for atypical cases, secondary causes (masses, variants), and evaluation of patients resistant after decompression. Recent studies have introduced MR neurography and even DTI as advanced tissue-mapping tools providing additional information in selected cases; however, protocol standardization and threshold determination in this domain remain under development.⁽³⁵⁻³⁷⁾

In comparative summary, our results regarding increased CSA and SIR align with the majority of existing literature. Yet, as others have emphasized, heterogeneity in protocols, ROI definitions, measurement site, and population characteristics (age, sex, BMI) complicates meta-analysis and establishment of unified thresholds. Therefore, the clinical utility of MRI indices is maximized when used

within a decision-making algorithm alongside EDX/US¹, and each center should establish internal cut-offs based on ROC/AUC² analysis relative to its referral population.

Limitations

This study has several limitations. First, the small sample size ($n = 30$) reduces the precision of estimates and affects generalizability. Second, the cross-sectional design does not allow evaluation of longitudinal changes in MRI indices with treatment (e.g., post-decompression). Third, it is single-center, introducing potential selection bias. Fourth, inter-rater reliability of MRI measurements was not reported. Fifth, ROC/AUC, effect sizes, and 95% confidence intervals for practical thresholds were not provided. Sixth, no stratified analysis was conducted for potential confounders (age, sex, BMI), nor was a systematic comparison of tunnel inlet versus outlet performed in all participants. These issues could be addressed in future multicenter prospective studies with standardized measurement protocols.

Conclusion

This study demonstrated that three MRI-based quantitative indices, including median nerve signal intensity, median nerve-to-hypothenar muscle signal intensity ratio (SIR), and median nerve cross-sectional area (CSA), are significantly higher in patients with carpal tunnel syndrome compared to healthy individuals. This pattern is consistent with the pathophysiology of nerve compression and its effects on nerve structure and signal, supporting the use of quantitative MRI as a complement to clinical examination and electrodiagnostic testing.

Acknowledgement

We would like to express our sincere gratitude to Dr. Athar Abolfathi for her valuable cooperation and support throughout the conduct of this study.

Conflicts of Interest

The authors declare no conflicts of interest related to this study.

References

1. Burton C, Chesterton LS, Davenport G. Diagnosing and managing carpal tunnel syndrome in primary care. *Br J Gen Pract.* 2014 May;64(622):262-3. doi: [10.3399/bjgp14X679903](https://doi.org/10.3399/bjgp14X679903). PMID: 24771836; PMCID: PMC4001168.
2. National Institute of Neurological Disorders and Stroke (NINDS) [Internet]. Bethesda (MD): National Institutes of Health; 2012.

- One-way analysis of variance, or the Kruskal–Wallis test, was used to compare the three electrodiagnostic severity groups, and appropriate post hoc tests were applied when significant differences were observed.
- Associations between MRI indices and Boston questionnaire scores as well as electrodiagnostic severity were assessed using correlation coefficients, Pearson or Spearman as appropriate.
- A statistical significance level of $p < 0.05$ was considered.

Results

A total of 30 participants were evaluated. The sex distribution showed that 23 individuals (76.6%) were women and 7 individuals (23.3%) were men. The affected hand was reported to be the right hand in 22 cases (73.3%) and the left hand in 7 cases (23.3%). The mean age of patients was 44.25 ± 9.22 years, and the mean body mass index was 28.68 ± 3.71 kg/m². These baseline characteristics were used to describe the study population and to contextualize subsequent imaging comparisons. Full details are presented in Table 1.

Summary

Overall, the three predefined quantitative MRI indices, including median nerve signal intensity, signal intensity ratio (SIR), and cross-sectional area (CSA), were significantly higher in patients with CTS compared to healthy individuals. This pattern aligns with the pathophysiological hypothesis of increased intracanal pressure in the carpal tunnel, leading to nerve edema/swelling and subsequent signal and volumetric changes, thereby reinforcing the role of quantitative MRI as a complementary tool to clinical and electrodiagnostic assessment.

Discussion

The findings of this study demonstrated that in patients with CTS, all three quantitative MRI indices, median nerve signal intensity, median nerve-to-hypothenar muscle signal intensity ratio (SIR), and median nerve cross-sectional area (CSA), were significantly higher than those of normal individuals. This concordant pattern is expected from the pathophysiology of nerve compression, namely increased tunnel pressure, nerve edema/swelling, and tissue changes, and supports the utility of quantitative MRI indices as a complement to clinical examination and electrodiagnostic evaluation in ambiguous scenarios.

The alignment of these results with existing literature, which reports correlations between MRI indices and both presence and severity of CTS, is notable. As demonstrated in the classic study by Ochiai et al.,⁽²³⁾ CSA, SIR, and flattening ratio of the median nerve, along with palmar bowing of the flexor retinaculum, correlate with electrodiagnostic severity and provide a relatively comprehensive picture of the mechanical load on the nerve. In that study of 105 affected wrists, precise MRI quantification and correlation with EMG/NCV clearly paved the way for leveraging quantitative markers. Our findings regarding the significant differences in CSA and SIR between CTS patients and healthy individuals parallel these observations.

Table 2. Comparison of Patients with Carpal Tunnel Syndrome and Normal Individuals According to MRI Indices

MRI Indices	Group	Mean	SD	P-value
Signal intensity of the median nerve	Normal	501.67	40.50	<0.05
	CTS	597.13	52.95	
Signal intensity ratio of the median nerve to the hypothenar muscle (SIR)	Normal	0.80	0.13	<0.01
	CTS	1.31	0.26	
Cross-sectional area of the median nerve (CSA; mm ²)	Normal	9.70	1.63	<0.05
	CTS	11.36	1.89	

Another study that evaluated CSA, SIR, flattening ratio, and retinaculum bowing in parallel demonstrated that the combination of these indices not only aids diagnosis but also predicts disease severity via ROC analysis. This is consistent with our findings of systematic increases in all three indices in CTS patients, supporting a multi-parameter approach to MRI interpretation. Furthermore, these studies highlight the impact of measurement location (tunnel inlet versus outlet), which contributes to heterogeneity in threshold values, sensitivity, and specificity across the literature.⁽²⁰⁾

A prospective study comparing MRI and ultrasonography in 26 CTS patients and 19 healthy controls emphasized the role of CSA in both modalities. The practical implication is that MRI, beyond its discriminative capacity, provides complementary structural information (e.g., crowding, tendons, and retinaculum) relevant for pre- and post-surgical decision-making.⁽³²⁾ Comparison of MRI indices in our study with these findings demonstrates significant convergence.

Exclusion criteria included diabetes mellitus, acromegaly, previous wrist fracture, prior wrist surgery, pregnancy, and any other condition that could affect nerve diameter or signal characteristics or the tunnel space, based on the judgment of the orthopedic surgeon or radiologist.

Table 1: Characteristics of the Study Sample

Indicator	Value
Age (years), mean \pm SD	44.25 \pm 9.22
Body mass index (BMI; kg/m ²), mean \pm SD	28.68 \pm 3.71
Sex: female, n (%)	23(76.6%)
Sex: male, n (%)	7(23.3%)
Affected hand: right, n (%)	22(73.3%)
Affected hand: left, n (%)	7(23.3%)

A minimum of 30 patients was considered for inclusion. Given the exploratory nature of the study and practical limitations, this sample size was deemed sufficient for an initial estimation of the diagnostic performance of imaging indices and for conducting group comparisons.

Study procedures

Demographic information including age, sex, body mass index, and dominant hand, as well as relevant medical history, was recorded. Clinical severity of CTS was assessed using the validated Persian version of the Boston Carpal Tunnel Questionnaire (BCTQ),⁽²⁷⁾ which consists of two subscales, Symptom Severity with 11 items and Functional Status with 8 items. The translation, cultural adaptation, and psychometric properties of this version have been confirmed in the Iranian population; for example, Cronbach's alpha values for the subscales were approximately 0.85 to 0.90, and intraclass correlation coefficients for test-retest reliability ranged from approximately 0.83 to 0.91.⁽²⁸⁾ In another study, a Cronbach's alpha of 0.859 and convergent validity with the QuickDASH were reported.⁽²⁹⁾ Electrodiagnostic evaluation using EMG and nerve conduction velocity studies was performed according to the recommended AANEM protocols⁽³⁰⁾ and independently of the imaging team. Eligible patients were enrolled after clinical screening. Severity of involvement was classified into mild, moderate, and severe groups based on AANEM guidelines. Subsequently, all eligible participants were referred for MRI. To prevent any form of bias, the imaging team and MRI evaluators were blinded to the EMG and nerve conduction results as well as the Boston questionnaire scores.

Wrist imaging of the involved hand or hands and, when necessary, the contralateral side was performed using an MRI system in accordance with the

institutional protocol and with an appropriate wrist coil. Routine sequences included T1-weighted, T2-weighted, and STIR images in axial and coronal planes. Imaging parameters were set based on institutional standards to ensure reproducibility and adequate signal quality. Prior to imaging, the presence of any metallic objects or MRI contraindications was assessed, and informed consent was obtained.

Definitions and measurement methods for indices:⁽²⁰⁾

- Median nerve CSA: measured at the carpal tunnel outlet at the level of the hook of the hamate by precise tracing of the nerve boundary on axial images. When necessary, measurements at the tunnel inlet at the level of the pisiform were also recorded for comparison.
- Signal intensity ratio: defined as the ratio of the signal intensity of the median nerve to that of the hypothenar muscle on the same slice and sequence.
- Carpal tunnel cross-sectional area: determined by delineating the tunnel boundaries based on osseous landmarks and the flexor retinaculum on a standardized axial slice.

Each index was measured twice by an experienced radiology evaluator and, when possible, independently by a second evaluator. In cases of significant discrepancy, a consensus decision was reached.

Primary outcomes and ethical considerations

Primary outcomes included median nerve CSA, signal intensity ratio, and carpal tunnel cross-sectional area. Patients were categorized into mild, moderate, and severe groups based on electrodiagnostic severity to allow comparison of MRI indices across severity levels. When control subjects were available, comparisons between patients and healthy controls were also performed. The study was conducted in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki.⁽³¹⁾ Written informed consent was obtained from all participants. Identifying information was considered confidential and was analyzed only in coded form.

Data analysis and description

Data were entered into and analyzed using SPSS software version 22. Continuous variables were reported as mean \pm standard deviation or median with interquartile range, after assessment of distribution normality as appropriate, and categorical variables were described as frequency and percentage.

- Independent t tests, or their nonparametric equivalents in cases of non-normality, were used to compare patients and controls.

Although other hypotheses regarding possible sites of nerve compression, such as the thoracic outlet region or between the heads of the pronator teres muscle, have been proposed, these perspectives have largely remained at the level of experimental evidence.⁽⁸⁾ If left untreated, thenar weakness and atrophy may develop due to inadequate denervation.⁽⁹⁾ The causes of CTS are often multifactorial, and in many patients the exact etiology cannot be clearly identified. In addition to individual and occupational factors, trauma may also be considered a predisposing factor.^(3, 10, 11) In some cases, increased pressure within the tunnel may result from an increase in intracanal contents, for example masses such as lipomas and ganglion cysts or vascular anomalies, or from a reduction in the capacity of the tunnel space.⁽¹²⁾ From a pathophysiological perspective, the carpal tunnel is an osteofibrous canal with a floor formed by the carpal bones and a roof constituted by the flexor retinaculum, and it contains nine flexor tendons and the median nerve.⁽¹⁾ Any factor that increases intracanal pressure, such as sustained wrist flexion, may lead to ischemia, edema, and impaired nerve conduction in the median nerve.⁽¹³⁾

The diagnosis of CTS relies on a combination of history taking, physical examination, and electrodiagnostic tests; however, there is no clear consensus on a definitive gold standard.⁽⁶⁾ Provocative maneuvers such as the Phalen, Tinel, Durkan, and hand elevation tests are commonly used in clinical practice, but they demonstrate variable sensitivity and specificity and are not sufficient for diagnosis when used alone.⁽³⁾ Electromyography and nerve conduction velocity studies can demonstrate median nerve conduction abnormalities, but false-negative rates of approximately 10% and false-positive rates of approximately 15% have been reported, and these tests do not fully guarantee differentiation between primary and secondary CTS.^(14, 15) Therefore, in borderline or clinically electrodiagnostically discordant scenarios, the need for complementary evidence is felt.^(16, 17)

Imaging can serve as a useful diagnostic adjunct. In recent years, MRI and ultrasonography have been employed to assess quantitative indices of the median nerve.^(18, 19) In MRI, parameters such as the cross-sectional area (CSA) of the median nerve, the signal intensity ratio of the nerve to the hypothenar muscle (SIR), the anteroposterior width to flattening ratio of the nerve, and bowing of the flexor retinaculum have been proposed.⁽²⁰⁻²³⁾ Some evidence suggests that increased CSA and SIR correlate with the presence and even the severity of disease; however, heterogeneity of protocols, differences in

measurement location, inlet versus outlet of the tunnel, and the lack of agreed-upon thresholds make clinical application challenging.⁽¹⁴⁾ A systematic review reported that a CSA greater than approximately 9 mm² yields a sensitivity of 87.3% and a specificity of 83.3% for diagnosis; nevertheless, methodological variability and population heterogeneity limit the generalizability of this threshold.⁽²⁴⁾ In particular, data related to quantitative assessment at the distal outlet of the tunnel, where localized nerve swelling may predominate, have been less studied and warrant further investigation.⁽²⁵⁾

Given the considerable socioeconomic burden of CTS, which accounts for a substantial proportion of the costs associated with work-related musculoskeletal disorders, and the limitations of conventional diagnostic tools, a systematic evaluation of the diagnostic value of MRI appears necessary.^(7, 26) The aim of the present study was to determine the diagnostic performance of quantitative MRI parameters, particularly CSA and SIR, in CTS, with a focus on measurements at the carpal tunnel outlet, and to compare these parameters with clinical and electrodiagnostic findings.

Materials & Methods

Study design and setting

This research was a cross-sectional diagnostic study conducted over an 18-month period in the orthopedic outpatient clinic and the affiliated clinic of Shahid Sadoughi Hospital, Yazd. The objective was to assess the diagnostic value of quantitative MRI indices in carpal tunnel syndrome and to compare them with clinical and electrodiagnostic evaluations.

Study population and sampling method

The study population consisted of patients presenting to the orthopedic clinic and hospital clinic with classic symptoms of CTS. Sampling was performed consecutively among eligible patients during the study period. A healthy control group, when available, was selected from volunteers without CTS symptoms and with a normal physical examination, and was considered for approximate age and sex matching.

Inclusion and exclusion criteria and sample size

Inclusion criteria included all patients with a history of wrist or hand pain and symptoms consistent with median nerve involvement within its innervation territory, such as nocturnal paresthesia, numbness, and radiating pain to the forearm or arm, along with supportive clinical findings.

Diagnostic Value of Magnetic Resonance Imaging in the Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome

Abstract

Introduction: Carpal tunnel syndrome (CTS) is a common compressive neuropathy of the upper limb. Given the variable performance of conventional diagnostic approaches, quantitative magnetic resonance imaging may assist clinical decision-making. This study evaluated the diagnostic value of quantitative magnetic resonance imaging metrics.

Materials & Methods: In a cross-sectional diagnostic study of 30 patients at a university center, clinical severity of CTS was assessed using the validated Persian Boston Carpal Tunnel Questionnaire, and electrodiagnostic testing and classified-involvement as mild, moderate, or severe. Wrist magnetic resonance imaging with routine sequences was performed with observer blinding to clinical and electrodiagnostic data. The median nerve cross-sectional area at the distal tunnel outlet, intraneural signal intensity, and the signal intensity ratio of nerve to hypothenar muscle were measured and compared with normal subjects. Analyses used appropriate tests with a significance threshold of $p < 0.05$.

Results & Discussion: The median nerve cross-sectional area was larger in patients than in normal (11.36 ± 1.89 vs 9.70 ± 1.63 mm²; $p < 0.05$). Intraneural signal intensity was higher in patients (597.13 ± 52.95 vs 501.67 ± 40.50 ; $p < 0.05$). The nerve-to-hypothenar signal intensity ratio was also increased (1.31 ± 0.26 vs 0.80 ± 0.13 ; $p < 0.01$).

Conclusion: Quantitative magnetic resonance imaging metrics demonstrate significant discriminatory power between patients and normal and may serve as adjuncts in the diagnostic pathway. This pattern accords with the pathobiology of compression (edema and structural change) and supports the utility of quantitative magnetic resonance imaging as a complement to clinical examination and electrodiagnostic testing. Standardization of measurement sites and thresholds, and multicenter prospective studies, are required to translate these findings reliably to practice.

Keywords: Carpal Tunnel Syndrome, Magnetic Resonance Imaging, Median Nerve, Electrodiagnosis

Accepted: 35 days before printing

Amir Pasha Amel Shahbaz, MD¹, Abbas Abdoli Tafti, MD², Athar Abolfathi, MD³, Milad Gholizadeh, MD⁴, Shahab Sheikhalishahi, MD⁵, Hesameddin Jafarinasab, MD⁵

1. Department of Urology, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
2. Yazd Trauma Research Center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
3. Department of Orthopedic Surgery, Trauma Research Center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
4. Department of Urology, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
5. School of Medicine, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
6. Department of Biostatistics and Epidemiology, School of Public Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

Corresponding Author:
Abbas Abdoli Tafti, MD
Email address:
A.abdoli@ssu.ac.ir

Introduction

Carpal Tunnel Syndrome (CTS) is a common compressive neuropathy of the upper limb that occurs as a result of entrapment of the median nerve within the carpal canal and classically presents with nocturnal paresthesia, pain, and decreased sensation in the median nerve distribution, and in advanced cases with weakness and atrophy of the thenar muscles. The prevalence of CTS in the general population is estimated to be approximately 1%, and its incidence has been reported to be three times higher in women than in men.⁽¹⁾ Numerous risk factors have been proposed for this disorder, including obesity, repetitive movements and forceful use of the hand and wrist, pregnancy, genetic predisposition, and rheumatoid arthritis; an association with hypothyroidism has also been observed in some studies.⁽²⁻⁵⁾ Occupational exposures such as working with vibrating tools, prolonged computer use, or activities involving sustained and unfavorable wrist positions may increase the risk of CTS, although the strength of evidence in this area is heterogeneous.⁽⁶⁾ Clinically, patients typically report numbness, tingling, and a burning sensation in the thumb, index, middle, and radial half of the ring finger; pain may radiate to the forearm and even the arm. More nonspecific symptoms such as wrist pain and reduced grip strength are also common.⁽⁷⁾

risk patients may help reduce long-term complications.

Conflicts of Interest

The authors declare no conflicts of interest in this study.

References

1. Lee MJ, Wright A, Cline M, Mazza MB, Alves T, Chong S. Pelvic Fractures and Associated Genitourinary and Vascular Injuries: A Multisystem Review of Pelvic Trauma. *AJR Am J Roentgenol*. 2019 Dec;213(6):1297-1306. doi: [10.2214/AJR.18.21050](https://doi.org/10.2214/AJR.18.21050). Epub 2019 Oct 15. PMID: 31613662..
2. Ali SR, Mohammad H, Sara S. Evaluation of the relationship between pelvic fracture and abdominal compartment syndrome in traumatic patients. *J Emerg Trauma Shock*. 2013 Jul;6(3):176-9. doi: [10.4103/0974-2700.115330](https://doi.org/10.4103/0974-2700.115330). PMID: 23960373; PMCID: PMC3746438.
3. Mariscal G, Dway A, Barrios C. Hidden dangers of pelvic fracture: A meta-analysis on urinary tract injury incidence and risk factors. *World J Orthop*. 2025 Feb 18;16(2):102483. doi: [10.5312/wjo.v16.i2.102483](https://doi.org/10.5312/wjo.v16.i2.102483). PMID: 40027960; PMCID: PMC11866105.
4. Reddy D, Laher AE, Moeng M, Adam A. Bladder trauma: a guideline of the guidelines. *BJU Int*. 2024 Apr;133(4):365-374. doi: [10.1111/bju.16236](https://doi.org/10.1111/bju.16236). Epub 2023 Dec 10. PMID: 38009413.
5. Sabzi Sarvestani, A., & Zamiri, M. (2013). Assessment of genitourinary trauma in southeastern Iran. *Trauma monthly*, 18(3), 113–116. <https://doi.org/10.5812/traumamon.11694>
6. Mardanpour K, Rahbar M. The outcome of surgically treated traumatic unstable pelvic fractures by open reduction and internal fixation. *J Inj Violence Res*. 2013 Jul;5(2):77-83. doi: [10.5249/jivr.v5i2.138](https://doi.org/10.5249/jivr.v5i2.138). Epub 2012 Oct 28. PMID: 23103962; PMCID: PMC3683417.
7. Rehné Jensen L, Røder A, Possfelt-Møller E, Singh UM, Aagaard M, Evald Nielsen A, Svendsen LB, Penninga L. Lower urinary tract injuries in patients with pelvic fractures at a level 1 trauma center - an 11-year experience. *Scand J Urol*. 2023 Feb-Dec;57(1-6):102-109. doi: [10.1080/21681805.2022.2141311](https://doi.org/10.1080/21681805.2022.2141311). Epub 2022 Nov 2. PMID: 36322390.
8. Zhao X, Lu S, Wang B, Zhou X, Liu F, Xu W, Zhou D, Li L, Dong J. Fracture Types Influence the Likelihood of Lower Urinary Tract Injuries in Patients with Pelvic Fractures. *J Clin Med*. 2023 Apr 19;12(8):2967. doi: [10.3390/jcm12082967](https://doi.org/10.3390/jcm12082967). PMID: 37109301; PMCID: PMC10145837.
9. Pourmirzaei S, Asadi P, Zia Ziabari SM, Monsef Kasmaei V, Homaei Rad E. Evaluation of Genital and Urinary Tract Injuries in Patients with Pelvic Fractures Referring to a Referral Trauma Hospital in Northern Iran; a Cross-sectional Study. *J Pract Emerg Med* [Internet]. 2021 Oct. 26 [cited 2026 Feb. 23];8(1):e30. Available from: <https://journals.sbmu.ac.ir/jpem/index.php/jpem/article/view/34587>

analysis of 22,700 pelvic fracture patients estimated the cumulative prevalence of urinary tract injuries at approximately 9.6%.⁽³⁾ In this study, the male-to-female ratio was 66.14% to 33.86%, and the overall prevalence in men was 34.5% and in women 62.3%. The study by Rehné Jensen et al. (2023) in Denmark also reported that 5% of pelvic fracture patients had lower urinary tract injuries.⁽⁷⁾

Table 1: Demographic characteristics of the study population

Sex	Number	Mean Age (years)
Male	86 (64.2%)	35.6
Female	48 (35.8%)	49
Total	134	40.7

These figures vary in similar domestic studies: Pourmirzaei et al. found that approximately 4.33% of patients with pelvic fractures had genitourinary injuries. In the present study, measured by hematuria, 35.8% of patients had gross hematuria, and 23.9% had microscopic hematuria, which is higher than international statistics. The observed differences in this study are likely due to variations in the definition of urinary injury, data recording methods, and the sensitivity of the diagnostic techniques employed. In this study, the mere presence of hematuria was considered a warning sign of potential injury, whereas many other studies only counted injuries confirmed by imaging or surgery.

Regarding the distribution of fracture types, the lateral compression (LC) pattern was the most common fracture type among patients. However, the highest incidence of gross hematuria was observed in patients with anteroposterior compression (APC) fractures. Previous studies have also emphasized the role of unstable fractures: Zhao et al. demonstrated that unstable fractures (Tile B and C) were associated with a higher risk of urinary tract injury, with type C3 fractures (equivalent to severe vertical compression) being the most common pattern in patients with urinary injury.⁽⁸⁾ This finding is clinically significant, as APC fractures typically involve opening of the pelvic ring and stretching of the pubic symphysis, bladder, and urethra, which can increase the risk of bladder rupture or urethral injury. Therefore, although LC fractures are more prevalent, APC and vertical shear fractures are more significant regarding potential injury to urinary structures.

Regarding sex distribution, men constituted the majority of patients, consistent with the global pattern of severe trauma cases.^(8, 9) Notably, in this study, the association between fracture type and urinary injury was significant in women, whereas no such association was observed in men. This discrepancy

may be attributable to the small sample size of this study.

Overall, the results of this study highlight the importance of attending to urinary symptoms even in apparently stable pelvic fractures. It is recommended that in patients with unstable fractures, especially in the presence of gross hematuria, a dedicated evaluation of the urinary system via CT cystography or retrograde urethrography be performed. Furthermore, early urology consultation can help prevent long-term complications such as urethral stricture, fistula, or bladder rupture.

Clinical Implications and Recommendations

Based on the findings and existing evidence, it is recommended that patients with anterior pelvic ring fractures (particularly APC or pubic symphysis diastasis) and any patient with gross hematuria or warning signs (blood at the urethral meatus, perineal hematoma, dysuria) undergo dedicated urologic imaging (CT cystography or cystographic radiography). Clinical guidelines also recommend performing CT cystography for high-risk groups. Moreover, even in cases with an initially negative test, active clinical follow-up is necessary, as some ruptures may present late.

Limitations and Research Suggestions:

Limitations of the present study include its retrospective design, symptom-based recording instead of mandatory imaging in all patients, and the small sample size in the APC/VS groups. The lack of imaging data related to urinary tract injuries complicated data collection for this study. Future prospective, multicenter studies with standardized imaging protocols (CT cystography with adequate bladder filling and urethrography in suspected cases) and recording of quantitative radiologic criteria (e.g., pubic diastasis, ramus displacement) are recommended to develop more accurate predictive models for urologic injury. Long-term follow-up to assess outcomes such as urethral stricture, incontinence, or sexual dysfunction is also essential.

Conclusion

The results of our study demonstrated that LC was the most common fracture pattern in this series, whereas APC fractures were most strongly associated with gross hematuria. Enhancing diagnostic protocols in pelvic trauma units and systematic follow-up of high-

Iranian studies have also shown that a proportion of trauma patients and individuals with pelvic fractures experience urologic injuries, with some requiring urologic intervention. These findings underscore the need for a multidisciplinary approach and a detailed analysis of the relationship between fracture patterns and the type and severity of bladder injury. Therefore, the present study aimed to determine the prevalence and pattern of bladder and urethral injuries in patients with pelvic ring fractures and to examine their association with fracture type, age, and sex.^(5, 6)

Materials & Methods

This study was a retrospective, cross-sectional analytical study including all patients admitted to Shahid Rahmehoon Hospital, Yazd, between 2015 and 2020 with a diagnosis of pelvic ring fracture (based on ICD-10 code S32.89XA). Inclusion criteria comprised a confirmed diagnosis of pelvic fracture in medical records and imaging documentation, while exclusion criteria included a history of prior pelvic fracture, previous urologic injury or surgery, and records with insufficient key information.

Data were systematically extracted from hospital records, radiology reports (plain radiographs and pelvic CT scans), operative notes, and urology consultations. Supplementary information was obtained through telephone contact with patients or their relatives when necessary.

Fractures were classified according to the Young–Burgess system into three patterns: anteroposterior compression (APC), lateral compression (LC), and vertical shear (VS). The presence and type of urinary tract injury were determined based on laboratory findings (urinalysis) and urology consultation. Statistical analysis was performed using SPSS version 25 and the independent t-test. A significance level of 0.05 was considered, and the study power was 80%.

Results

A total of 134 patients were included in the study, of whom 86 (64.2%) were male and 48 (35.8%) were female. The mean age of all patients was 40.7 ± 21.5 years; the mean age of men was 35.6 ± 19.2 years, and the mean age of women was 49 ± 22.7 years, with the difference being statistically significant ($P < 0.001$) (Table 1). Regarding fracture patterns, the most frequent type was LC, with 111 patients (82.8%). APC and VS fractures were observed in 13 (9.7%) and 10 (7.5%) patients, respectively. The mean ages of the LC, APC, and VS groups were 42.8 ± 22.06 , $25.3 \pm$

10.7 , and 38.1 ± 19.2 years, respectively, and the differences in mean age between groups were statistically significant ($P = 0.02$), indicating that the LC group had a higher mean age. Concerning urinary symptoms, 54 patients (40.3%) were asymptomatic, 48 patients (35.8%) had gross hematuria, and 32 patients (23.9%) had microscopic hematuria.

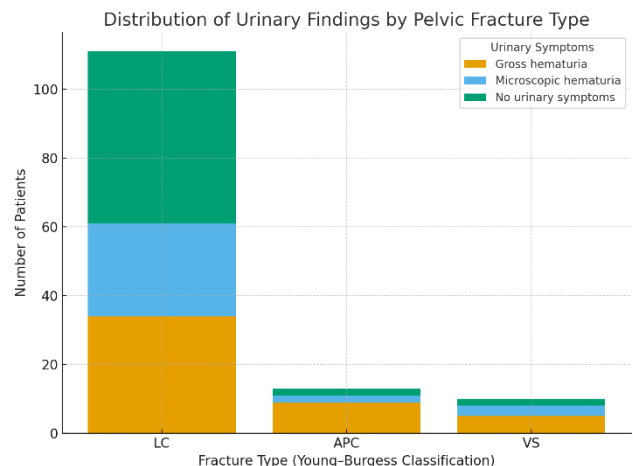


Figure 1: Distribution of urinary symptoms according to fracture type

The relationship between fracture type and urinary symptom pattern was analyzed across the entire sample: among the 111 patients with LC fractures, 34 (30.6%) had gross hematuria, 27 (24.3%) had microscopic hematuria, and 50 (45%) were asymptomatic. In the APC group ($n = 13$), 9 patients (69.2%) had gross hematuria, while in the VS group ($n = 10$), 5 patients (50%) exhibited gross hematuria (Figure 1).

In summary, in this series, the LC pattern was the most prevalent, and patients with LC fractures were, on average, older. Furthermore, fracture type was significantly associated with the pattern of hematuria occurrence, although this association was not statistically significant in sex-specific analysis for men, whereas it was significant for women.

Discussion

The present study was conducted to examine the relationship between pelvic fracture patterns and the occurrence of urinary symptoms in trauma patients. The findings demonstrated that the prevalence of urinary symptoms, particularly hematuria, in patients with pelvic fractures is considerable. International studies have generally reported the prevalence of urinary tract injuries in pelvic fractures to be approximately 5–7%. For instance, a recent meta-

Pelvic Fractures Types and Urinary System Injuries

Abstract

Introduction: Pelvic fractures, although comprising a small proportion of musculoskeletal injuries, are clinically significant due to their proximity to vital anatomic structures. These injuries may carry a mortality rate of up to 20%. The location of the bladder and ureters within the pelvic cavity makes them highly vulnerable to trauma. Urological injuries are reported in approximately 6–15% of pelvic fracture cases. This study aimed to investigate the association between the type of pelvic fracture and the pattern of lower urinary tract symptoms.

Materials & Methods: In this study, medical records of patients diagnosed with pelvic fractures who were admitted to a tertiary referral hospital within 5 years were reviewed. Patients with a history of prior pelvic fractures or urological surgeries were excluded. Data were analyzed using SPSS25 software.

Results & Discussion: A total of 134 patients were included, of whom 86 (64.2%) were male. The mean age was 40.7 ± 21.5 years. The most common fracture type was LC (Lateral Compression) (82.8%), followed by anterior-posterior compression (9.7%) and vertical shear (7.5%). A statistically significant association was found between fracture type and urinary symptoms ($P=0.047$). Gross hematuria was more frequent in anterior-posterior compression fractures, while microscopic hematuria was more common in vertical shear fractures. Patients with LC fractures were less likely to exhibit urinary symptoms.

Conclusion: The type of pelvic fracture is associated with the presence and nature of lower urinary tract symptoms. Early recognition of this relationship may improve diagnostic accuracy and guide appropriate management in trauma settings.

Keywords: Pelvic bones, bone fractures, urinary tract, hematuria, prevalence

Accepted: 32 days before printing

Mehdi Abedinzadeh, MD¹, Seyed Houssein Saeed-Banadaky, MD², Milad Gholizadeh, MD³, Moein Bighamian, MD⁴, Mohammad Taghi Moravej, MD⁵, Seyed Mustafa Akhlaghi, MD³, Sara Jambarsang, MD⁶

1. Department of Urology, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
2. Yazd Trauma Research Center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
3. Department of Orthopedic Surgery, Trauma Research Center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
4. Department of Urology, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
5. School of Medicine, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
6. Department of Biostatistics and Epidemiology, School of Public Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

Corresponding Author:
Seyed Houssein Saeed-Banadaky,
MD
Email Address:
h.saeed.b@gmail.com

Introduction

Pelvic ring fractures typically result from high-energy trauma such as motor vehicle accidents or falls from height. Although they constitute only approximately 2–3% of all skeletal fractures, their clinical consequences are significant, and injury-related mortality has been reported in some centers to reach up to 15%.^(1, 2)

The complex anatomy of the pelvic ring and its proximity to major vessels and visceral organs, particularly the genitourinary system, make pelvic fractures frequently associated with urologic injuries. Recent meta-analyses indicate that the overall prevalence of urinary tract injuries in patients with pelvic fractures is approximately 9.6%, although the bladder is particularly susceptible due to its anterior pelvic location and its attachment to the pubic symphysis. Intra-abdominal ruptures usually occur when a direct blow is delivered to a full bladder, whereas extra-abdominal ruptures are more commonly associated with structural injuries of the pelvic ring, especially fractures of the pubic symphysis. Multiple studies have also reported a strong correlation between pubic symphysis diastasis or displacement of anterior pelvic fractures and the occurrence of bladder rupture and urethral injury.⁽³⁾ Early diagnosis of these injuries using modalities such as cystography and retrograde urethrography in the presence of warning signs—hematuria, blood at the urethral meatus, perineal hematoma, or dysuria—and appropriate selection among catheterization, cystostomy, or surgical repair are vital for reducing long-term complications such as urethral stricture and infection.⁽⁴⁾

References

1. Hans B. Spinal cord tumors. In: Rosai J, editor. Rosai and Ackerman's Surgical Pathology. 9th ed. St. Louis: Mosby; 2004.
2. Harrop JS, Sharan AD. Spinal cord tumors: management of intradural intramedullary neoplasms [Internet]. eMedicine; 2007 Jan [cited 2007 Jan]. Available from: <http://www.emedicine.com/med/topic2905.html>
3. Huff JS. Neoplasms, spinal cord [Internet]. eMedicine; 2004 Jun. Available from: <http://www.emedicine.com/emerg/topic337.html>
4. Bach F, Larsen BH, Rohde K. Metastatic spinal cord compression. *Acta Neurochir*. 1999;107(1-2):37-43.
5. Winn HR, editor. Youmans Neurological Surgery. 5th ed. Philadelphia: Saunders; 2003. p. 4817-4834.
6. Fan Y, Xia Y, Zhao H, Zhang J, Li S, Tian Y, Weng X, Qiu G. Complications analysis of posterior vertebral column resection in 40 patients with spinal tumors. *Exp Ther Med*. 2014 Nov;8(5):1539-1544. doi: [10.3892/etm.2014.1929](https://doi.org/10.3892/etm.2014.1929). Epub 2014 Aug 22. PMID: 25289056; PMCID: PMC4186366.
7. Erfani M, Nouraei H, Namazi H. Evaluation of Histopathology of Vertebral Tumors in 20 Years in Medical Centers of Shiraz University; Comparison with Other Reports: <https://sid.ir/paper/549489/en>
8. Weinstein JN, McLain RF. Primary tumors of the spine. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1987 Nov;12(9):843-51. doi: [10.1097/00007632-198711000-00004](https://doi.org/10.1097/00007632-198711000-00004). PMID: 3441830.

Materials & Methods

Study Design and Setting

This was a descriptive cross-sectional study conducted between 2008 and 2018 at Shahid Sadoughi and Shahid Rahnemoun Hospitals in Yazd, Iran. The patients diagnosed with spinal lesions (benign or malignant) were included using a census sampling approach. Patients with incomplete records or missing pathology data were excluded. Data were collected from hospital archives and pathology departments using a pre-designed questionnaire. The variables included: Age, Sex, benign or malignant tumors, inflammatory lesions, cancer, lymphoma, sarcoma, etc. The tumor size, anatomical origin, related to vertebral distribution were documented.

Statistical Analysis

Data were analyzed using SPSS version 22. Descriptive statistics (mean, standard deviation, frequencies, percentages) were calculated. Chi-square tests were used to assess associations between categorical variables, while independent t-tests were applied for continuous variables. A p-value <0.05 was considered statistically significant.

Results

Demographics

The mean age of patients was 52.1 ± 20.5 years, ranging from 1 month to 89 years. Males comprised 70.2% (n=80) and females 29.8% (n=34). 63 lesions (55.3%) were benign, while 51 (44.7%) were malignant. Lumbar spine was the most affected site (64%), followed by thoracic (20.2%), sacral (13.2%), and cervical vertebrae (2.6%). The most frequent Pathology was inflammatory lesion (49.1%), followed by cancers (38.6%), lymphomas (4.4%), benign tumors (3.5%), sarcomas (0.9%), and others (3.5%).

Statistical Associations

No significant association was found between lesion type (benign vs. malignant) and sex, age, anatomical origin, or year of diagnosis ($p>0.05$). Mean lesion size did not significantly differ between benign and malignant lesions ($p=0.134$).

Discussion

This study provides one of the systematic evaluations of spinal lesions in Yazd, Iran. The findings indicate that benign lesions—mainly inflammatory in nature—were more prevalent than malignant ones, though

malignancies accounted for nearly half of cases. The predominance of lumbar involvement is consistent with previous studies, reflecting biomechanical stress and higher blood flow in this region, which may predispose it to infections and metastases. The male predominance observed is similar to reports in literature, although some studies have found no sex-related differences.^(5, 6, 7)

Inflammatory lesions, including tuberculosis and brucellosis, accounted for nearly half of cases, underscoring the continued relevance of infectious etiologies in Iran, a country where these diseases remain endemic. Malignant lesions, particularly metastatic cancers and lymphomas, also constituted a significant proportion of cases, reflecting global trends in spinal oncology. Interestingly, no significant correlation was found between demographic or anatomical variables and lesion type, suggesting that both benign and malignant lesions can present across diverse age groups and spinal levels.

Our findings are in line with Weinstein et al.,⁽⁸⁾ who reported similar proportions of benign versus malignant lesions, and Erfani et al.,⁽⁷⁾ who highlighted the high frequency of metastatic involvement in Iranian populations. However, our study uniquely emphasizes the burden of inflammatory lesions in the region. These results highlight the importance of comprehensive diagnostic workups, including advanced imaging and biopsy, to differentiate between infectious, benign, and malignant spinal lesions. Early diagnosis is essential for preventing irreversible neurological damage and optimizing treatment outcomes.

Conclusion

Benign inflammatory lesions were the most common spinal pathologies in this study, but malignant lesions comprised nearly half of the cases, with lumbar involvement being the most frequent site. No significant demographic or anatomical predictors were identified. These findings highlight the dual burden of infectious and neoplastic spinal diseases in Iran and underscore the need for early detection, multidisciplinary management, and multicenter studies to better define epidemiological trends and optimize treatment strategies.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Distribution and Clinicopathologic Characteristics of Spinal Column Lesions (A 10-Year Study)

Abstract

Introduction: Spine is a critical component of the musculoskeletal system, and lesions involving vertebrae may significantly affect patients' quality of life. Benign spinal lesions, such as infections, can be curable but are often difficult to diagnose, whereas malignant lesions—including sarcomas and metastatic tumors—carry a poor prognosis.

Materials & Methods: This descriptive cross-sectional study included 114 patients diagnosed with benign and malignant spinal lesions between 2008 and 2018 in 2 teaching hospital. Data were collected using a structured questionnaire and analyzed using SPSS version 22. Variables included age, sex, pathology type, lesion type (benign/malignant), size, anatomical origin, and year of diagnosis.

Results & Discussion: 114 patients with mean age of 52.1 ± 20.5 years (range: 1 month–89 years) were studied. Males accounted for 80 (70.2%) of cases. Of all the lesions, 63 (55.3%) were benign and 51 (44.7%) malignant. Lumbar involvement was the most location frequent (64%), followed by thoracic (20.2%), sacral (13.2%), and cervical (2.6%). Pathologically, inflammatory lesions were most common (49.1%), followed by cancers (38.6%), lymphomas (4.4%), benign tumors (3.5%), sarcomas (0.9%), and others (3.5%). No significant association was observed between lesion type and sex, age, lesion site, or age at diagnosis ($p > 0.05$).

Conclusion: Benign lesions—particularly inflammatory ones—represented the majority of spinal pathologies, though malignant lesions comprised nearly half of cases. The lumbar region was most commonly affected. These findings underscore the importance of comprehensive diagnostic approaches and points to need for further multicenter studies to improve management of spinal lesions.

Keywords: Spine, spinal neoplasms, clinical pathology

Accepted: 40 days before printing

Pooya Ghadiri, MD¹, Mina Hajihosseini, MD², Sepehr Sorkhizadeh², Milad Gholizadeh, MD³

1. Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

2. School of Medicine, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

3. School of Medicine, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

Corresponding Author:
Milad Gholizadeh, MD
Email Address:
Miladghz15255@gmail.com

Introduction

Spinal lesions represent a heterogeneous group of pathologies ranging from benign infectious or inflammatory processes to aggressive malignant tumors. Given the central role of the spine in mobility and neurological function, any pathologic involvement may lead to severe disability, reduced quality of life, and even mortality.⁽¹⁾

Globally, primary spinal tumors are relatively rare compared to metastatic involvement, with only 5–10% of all metastases affecting the vertebral column.^(2, 3) Benign lesions such as tuberculosis and brucellosis remain prevalent in developing regions, while malignant entities, including multiple myeloma, sarcomas, and metastatic carcinomas, are of major concern in elderly populations.⁽⁴⁾

Despite their clinical relevance, few comprehensive studies have been carried out in Iran to investigate the epidemiology and clinicopathological distribution of spinal lesions. The present study aims to fill this gap by analyzing the data of 10 years from hospitals affiliated with Shahid Sadoughi University of Medical Sciences in Yazd.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest related to this study.

References

- Conn JM, Annest JL, Ryan GW, Budnitz DS. Non-work-related finger amputations in the United States, 2001-2002. *Ann Emerg Med.* 2005 Jun;45(6):630-5. doi: [10.1016/j.annemergmed.2004.10.012](https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2004.10.012). PMID: 15940097.
- Daniel B.C. Reid, Kalpit N. Shah, Adam E.M. Eltorai, Christopher C. Got, Alan H. Daniels. Epidemiology of Finger Amputations in the United States From 1997 to 2016, *Journal of Hand Surgery Global Online.* 2019;1(2):45-51. DOI [10.1016/j.jhsg.2019.02.001](https://doi.org/10.1016/j.jhsg.2019.02.001).
- Sorock GS, Lombardi DA, Hauser RB, Eisen EA, Herrick RF, Mittleman MA. Acute traumatic occupational hand injuries: type, location, and severity. *J Occup Environ Med.* 2002 Apr;44(4):345-51. doi: [10.1097/00043764-200204000-00015](https://doi.org/10.1097/00043764-200204000-00015). PMID: 11977421.
- Tang JB, Elliot D, Adani R, Saint-Cyr M, Stang F. Repair and reconstruction of thumb and finger tip injuries: a global view. *Clin Plast Surg.* 2014 Jul;41(3):325-59. doi: [10.1016/j.cps.2014.04.004](https://doi.org/10.1016/j.cps.2014.04.004). PMID: 24996458.
- Peterson SL, Peterson EL, Wheatley MJ. Management of fingertip amputations. *J Hand Surg Am.* 2014 Oct;39(10):2093-101. doi: [10.1016/j.jhsa.2014.04.025](https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2014.04.025). PMID: 25257490.
- Lee DH, Mignemi ME, Crosby SN. Fingertip injuries: an update on management. *J Am Acad Orthop Surg.* 2013 Dec;21(12):756-66. doi: [10.5435/JAAOS-21-12-756](https://doi.org/10.5435/JAAOS-21-12-756). PMID: 24292932.
- Pastor T, Hermann P, Haug L, Gueorguiev B, Pastor T, Vögelin E. Semi-occlusive dressing therapy versus surgical treatment in fingertip amputation injuries: a clinical study. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2023 Jun;49(3):1441-1447. doi: [10.1007/s00068-022-02193-6](https://doi.org/10.1007/s00068-022-02193-6). Epub 2022 Dec 10. PMID: 36495343; PMCID: [PMC10229690](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC10229690/).
- Esmail A, Al-Naseem AO, Lari A, Prada C. Semi-occlusive dressings for the management of fingertip amputations: A systematic review. *J Hand Microsurg.* 2025 Mar 1;17(3):100241. doi: [10.1016/j.jham.2025.100241](https://doi.org/10.1016/j.jham.2025.100241). PMID: 40182737; PMCID: [PMC11964534](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC11964534/).
- Rabarin F, Saint Cast Y, Jeudy J, Fouque PA, Cesari B, Bigorre N, Petit A, Raimbeau G. Cross-finger flap for reconstruction of fingertip amputations: Long-term results. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2016 Jun;102(4 Suppl):S225-8. doi: [10.1016/j.otsr.2016.03.006](https://doi.org/10.1016/j.otsr.2016.03.006). Epub 2016 Mar 28. PMID: 27033841.
- Garg R, Shah S, Uppal S, Mittal RK, Thakur B, Rafique S. Modified mid palmar flap for middle finger tip injuries: A review of 12 cases. *Journal of Orthopedics, Traumatology and Rehabilitation.* 2019;11(1):27-30. DOI: [10.4103/jotr.jotr_9_19](https://doi.org/10.4103/jotr.jotr_9_19)
- Orbay JL, Rosen JG, Khouri RK, Indriago I. The glabrous palmar flap: the new free or reversed pedicled palmar fasciocutaneous flap for volar hand reconstruction. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2009 Sep;13(3):145-50. doi: [10.1097/BTH.0b013e3181ac9183](https://doi.org/10.1097/BTH.0b013e3181ac9183). PMID: 19730044.
- FUSCO EM. Fingertip reconstruction with palmar skin flaps. *Am J Surg.* 1954 Apr;87(4):608-11. doi: [10.1016/0002-9610\(54\)90423-7](https://doi.org/10.1016/0002-9610(54)90423-7). PMID: 13138803.
- Gatewood G. A plastic repair of finger defects without hospitalization. *JAMA.* 1926;87(18):1479. Doi: [10.1001/jama.1926.92680180002013a](https://doi.org/10.1001/jama.1926.92680180002013a)
- Barbato BD, Guelmi K, Romano SJ, Mitz V, Lemerle JP. Thenar flap rehabilitated: a review of 20 cases. *Ann Plast Surg.* 1996 Aug;37(2):135-9. doi: [10.1097/00000637-199608000-00003](https://doi.org/10.1097/00000637-199608000-00003). PMID: 8863971.
- Melone CP Jr, Beasley RW, Carstens JH Jr. The thenar flap--An analysis of its use in 150 cases. *J Hand Surg Am.* 1982 May;7(3):291-7. doi: [10.1016/s0363-5023\(82\)80182-2](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(82)80182-2). PMID: 7086099.
- Huded V, Gautam G. Thenar Flap: A Workhorse Flap for Fingertip Injuries. *Cureus.* 2025 Aug 23;17(8):e90785. doi: [10.7759/cureus.90785](https://doi.org/10.7759/cureus.90785). PMID: 40988782; PMCID: [PMC12451407](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC12451407/).
- Kuwahara Y, Hara T, Kurahashi T, Kitami T, Tatebe M. Comparing clinical and aesthetic outcomes of cross-finger and homodigital reverse digital artery island flap for fingertip injuries: A single-center retrospective cohort study. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2024 Aug;95:411-418. doi: [10.1016/j.bjps.2024.03.019](https://doi.org/10.1016/j.bjps.2024.03.019). Epub 2024 Apr 22. PMID: 38734540.
- Cuschieri S. The STROBE guidelines. *Saudi J Anaesth.* 2019 Apr;13(Suppl 1):S31-S34. doi: [10.4103/sja.SJA_543_18](https://doi.org/10.4103/sja.SJA_543_18). PMID: 30930717; PMCID: [PMC6398292](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC6398292/).
- von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP; STROBE Initiative. The Strengthening of Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *J Clin Epidemiol.* 2008 Apr;61(4):344-9. doi: [10.1016/j.jclinepi.2007.11.008](https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2007.11.008). PMID: 18313558.
- Fassler PR. Fingertip Injuries: Evaluation and Treatment. *J Am Acad Orthop Surg.* 1996 Jan;4(1):84-92. doi: [10.5435/00124635-199603000-00003](https://doi.org/10.5435/00124635-199603000-00003). PMID: 10795040.
- World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA.* 2013 Nov 27;310(20):2191-4. doi: [10.1001/jama.2013.281053](https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053). PMID: 24141714.
- Zhao W, Song KX, Ma BD, Liu YT. Clinical application of the free superficial palmar branch of radial artery flap for soft-tissue reconstruction of distal digital injury. *J Orthop Surg Res.* 2024 Sep 9;19(1):553. doi: [10.1186/s13018-024-05041-y](https://doi.org/10.1186/s13018-024-05041-y). PMID: 39252052; PMCID: [PMC11382396](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC11382396/).
- Chung KC, Yoon AP, Malay S, Shauver MJ, Wang L, Kaur S; FRANCHISE Group. Patient-Reported and Functional Outcomes After Revision Amputation and Replantation of Digit Amputations: The FRANCHISE Multicenter International Retrospective Cohort Study. *JAMA Surg.* 2019 Jul 1;154(7):637-646. doi: [10.1001/jamasurg.2019.0418](https://doi.org/10.1001/jamasurg.2019.0418). PMID: 30994871; PMCID: [PMC6583841](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC6583841/).
- Jerome JTJ, Malshikare VA. Fingertip Injuries Outcome Score. *Plast Reconstr Surg Glob Open.* 2022 Jun 16;10(6):e4386. doi: [10.1097/GOX.00000000000004386](https://doi.org/10.1097/GOX.00000000000004386). PMID: 35733925; PMCID: [PMC9203073](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC9203073/).
- Ash M, Wang J, Menon A, Brown C, Ghareeb P. Time to Amputation After Traumatic Digital Injury Does Not Affect Complication Rates: A Retrospective Multi-Institutional Analysis. *Hand (N Y).* 2026 Feb;21(2):218-222. doi: [10.1177/15589447241302360](https://doi.org/10.1177/15589447241302360). Epub 2024 Dec 17. PMID: 39690829; PMCID: [PMC11653370](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC11653370/).
- Tos P, Crosio A, Adani R. Fingertip injuries and their reconstruction, focusing on nails. *Hand Surg Rehabil.* 2024 Apr;43S:101675. doi: [10.1016/j.hansur.2024.101675](https://doi.org/10.1016/j.hansur.2024.101675). Epub 2024 Mar 1. PMID: 38432516.
- Foucher G, Delaere O, Citron N, Molderez A. Long-term outcome of neurovascular palmar advancement flaps for distal thumb injuries. *Br J Plast Surg.* 1999 Jan;52(1):64-8. doi: [10.1054/bjps.1997.3005](https://doi.org/10.1054/bjps.1997.3005). PMID: 10343593.
- Kim KS, Yoo SI, Kim DY, Lee SY, Cho BH. Fingertip reconstruction using a volar flap based on the transverse palmar branch of the digital artery. *Ann Plast Surg.* 2001 Sep;47(3):263-8. doi: [10.1097/00000637-200109000-00008](https://doi.org/10.1097/00000637-200109000-00008). PMID: 11562030.
- O'Brien B. Neurovascular island pedicle flaps for terminal amputations and digital scars. *Br J Plast Surg.* 1968 Jul;21(3):258-61. doi: [10.1016/s0007-1226\(68\)80033-5](https://doi.org/10.1016/s0007-1226(68)80033-5). PMID: 4877607.

complications or the need for reintervention.⁽²⁵⁾ These discrepancies may be attributed to differences in injury type, outcome definitions, treatment protocols, and the timing and method of pain assessment. In the present study, in addition to the two-group comparison, Spearman rank correlation analysis also showed a trend approaching statistical significance toward decreased function with increasing delay, which may support the hypothesis of a temporal effect on rehabilitation, although a larger sample size is required for definitive conclusions.

In this study, no significant differences were observed in aesthetic, pain, or functional scores between men and women, nor between the right and left sides. From a methodological standpoint, the small number of female patients may have reduced the statistical power to detect true differences. Moreover, in industrial injuries, factors such as type of exposure, trauma severity, and rehabilitation protocols may be more influential than variables such as sex or laterality.^(2, 3)

In contrast to pain and function, the variables examined did not provide a clear explanation for variations in aesthetic outcomes. This likely reflects the multifactorial nature of fingertip appearance. Factors such as nail quality and nail bed condition, amputation angle, nail plate deformity, and scar quality are important determinants, and if not recorded in a structured manner, the ability to conduct precise analysis is reduced.⁽²⁶⁾ In addition, comparative studies of flap techniques have reported differences in rates of nail deformity and contracture, suggesting that appearance may depend more on the type of defect and surgical technique than solely on sex or laterality.⁽¹⁷⁾ Furthermore, long-term reports on neurovascular flaps have identified complaints such as cold intolerance and nail deformity as being partly dependent on the nature of the initial injury, reinforcing the importance of detailed documentation of wound characteristics and nail bed status.⁽²⁷⁾

Conclusion

In recent years, conservative management using semi-occlusive dressings has been introduced as an option in selected cases, and several recent studies and reviews have reported favorable outcomes, reduced donor-site morbidity, and acceptable tissue regeneration.^(7, 8) Nevertheless, in occupational populations requiring durable coverage, or in cases where bone exposure or the need for immediate coverage is present, local flap techniques continue to play a central role.^(4, 6) In addition, data on homodigital neurovascular flaps and techniques based on digital

arterial branches have demonstrated that stable coverage with acceptable sensory recovery can be achieved, although this often comes at the cost of increased technical complexity and a higher requirement for surgical expertise.⁽²⁸⁾

Among the strengths of this study are the use of real-world patient data and the simultaneous evaluation of multiple clinical factors within a population with a uniform injury mechanism. However, several important limitations should be acknowledged. First, the study is single-center with a relatively limited sample size, which may increase the risk of type II error in some subgroup analyses. Second, outcome assessment was performed using a researcher-developed numerical scale, and standardized validated international instruments such as FIOS were not employed.⁽²⁴⁾ Third, aesthetic outcomes were evaluated by a single observer; although this reduces interobserver variability, it may still introduce observer bias. Fourth, objective measurements such as two-point discrimination testing, assessment of protective sensation, and range of motion parameters were not recorded, despite the fact that sensory recovery is considered one of the key advantages reported in neurovascular techniques.^(28, 29) Finally, if the exact timing of postoperative assessments and the duration of follow-up are not consistently documented, interpretation of pain and functional outcomes becomes more challenging.

Based on the findings of this study, patients with multi-digit injuries should be initially anticipated to experience greater pain and a more challenging rehabilitation course, and therefore pain management and rehabilitation protocols should be proactively tailored. In cases involving the fifth digit, particular attention to functional training, targeted rehabilitation, and monitoring of return-to-work status is recommended. Furthermore, from a practical standpoint, the results of this study support the design of referral pathways and surgical planning strategies aimed at minimizing delay, particularly within the first 24 hours after injury. Future studies are recommended to adopt multicenter designs with larger sample sizes, precise documentation of injury patterns based on standardized classifications, objective assessment of sensory and motor function, and the use of validated outcome measures such as FIOS, in order to more accurately estimate the independent effect of each variable.

Acknowledgement

The authors would like to thank the staff of Seyed Al-Shohada Hospital, Yazd, and the patients who cooperated during the follow-up process of this study.

rank correlation coefficient was applied. This analysis showed no significant association between delay and either appearance or pain ($p > 0.05$). However, for functional outcome, the p -value was 0.094, indicating a borderline trend toward decreased function with increasing surgical delay. Although this finding did not reach statistical significance, it may have clinical relevance and warrants further investigation in larger samples with control for potential confounders. Overall, the results of the statistical analyses are summarized in Table 2.

Discussion

The findings of this study indicate that reconstruction of fingertip amputation using a palmar flap, in a population predominantly affected by industrial injury mechanisms, is generally associated with relatively favorable functional and aesthetic outcomes. At the same time, three distinct clinical patterns emerged as factors associated with outcomes: increased pain in multi-digit injuries, reduced function in cases involving the fifth digit, and an association between a delay of more than 24 hours to surgery and increased postoperative pain. These findings can be interpreted within the framework of the primary goals of fingertip injury management, namely achieving a painless digit, preserving length, and providing protective sensation along with durable coverage.^(4, 6, 21)

From an epidemiological perspective, the predominance of male patients and occupational context is consistent with previously reported patterns in traumatic hand injuries and digital amputations.⁽²⁾ In the present study, all cases were attributed to industrial mechanisms, which underscores, in terms of hand emergency service planning, the necessity of streamlined pathways for rapid assessment, decision-making, and rehabilitation. This is particularly important because such patients typically require a quicker return to work and more durable fingertip coverage.⁽³⁾

Palmar flaps, utilizing glabrous skin from the palm, theoretically offer the potential to create a functional and relatively stable fingertip due to their tolerance to contact, resistance to shear forces, and relative compatibility with the pulp.^(4, 11) In case series and technical reports, mid-palmar-based approaches have been introduced as practical options for certain defect patterns, particularly in the long fingers.⁽¹⁰⁾ Furthermore, more recent studies on flaps based on the superficial palmar branch of the radial artery have reported clinical efficacy and soft tissue coverage capability in the distal finger region, indicating that

the use of palmar tissue remains an active and evolving area in distal fingertip reconstruction.⁽²²⁾

In the analysis of the present study, pain was significantly greater in patients with injuries involving three digits. Clinically, multi-digit injuries are often associated with higher energy trauma, greater extent of soft tissue damage, and increased psychological burden, all of which can complicate the rehabilitation process. This observation is consistent with evidence from studies on patterns of digital amputation; for example, in a large study focusing on patient-reported outcomes, injury patterns involving three or more digits were found to have particular significance in terms of patient-centered outcomes.⁽²³⁾ From a practical standpoint, the present finding may imply the need for closer pain monitoring, patient education and expectation management, and the design of rehabilitation and pain control programs tailored to the severity of injury.^(4, 6)

A significant reduction in functional scores was observed in cases involving the fifth digit. This finding may have several explanations. Functionally, the fifth digit plays an important role in power grip and ulnar coordination of the hand, and any persistent pain, shortening, sensitivity, or limitation of motion may become more evident in daily activities and manual tasks. On the other hand, the number of fifth-digit cases in this study was limited, and the results may have been influenced by characteristics of the injury pattern, the extent of pulp loss, or concomitant nail bed injury. Comparative reports on flap techniques have also noted differences in functional outcomes, rates of contracture, and nail deformities, suggesting that the final outcome may depend on the technique, defect pattern, and rehabilitation.^(16, 17) In future studies, the use of more standardized outcome assessment tools, such as the Fingertip Injury Outcome Score, may help to more precisely delineate the role of the involved digit and the severity of injury.⁽²⁴⁾

Another key finding was that a delay of more than 24 hours to surgery was associated with a significant increase in postoperative pain. From a physiological perspective, delayed wound cleansing, debridement, and establishment of stable coverage may lead to increased inflammation, edema, stimulation of nerve endings, and in some cases infection or scar sensitivity, ultimately exacerbating the pain experience.^(4, 6) However, it should be noted that the relationship between time to surgery and outcomes is not consistent across studies. For instance, in a recent study on traumatic finger injuries leading to amputation, increased time to surgery was not significantly associated with a higher risk of

a minimum follow-up period of 6 months. These findings are summarized in Table 1.

Table 2. Summary of Statistical Tests and Main Results

Comparison or Explanatory Variable	Outcome	Statistical Test	P-value	Conclusion
Sex (male vs. female)	Appearance	Independent t-test	0.317	No significant difference
	Pain	Independent t-test	0.395	No significant difference
	Function	Independent t-test	0.187	No significant difference
Side of injury (right vs. left)	Appearance	Independent t-test	0.354	No significant difference
	Pain	Independent t-test	0.723	No significant difference
	Function	Independent t-test	0.861	No significant difference
Number of affected fingers (1, 2, 3)	Pain	One-way ANOVA	0.031	Three-finger group had higher pain scores
	Appearance	One-way ANOVA	>0.05	No significant difference
	Function	One-way ANOVA	>0.05	No significant difference
Finger number	Function (finger 5)	t-test	0.007	Lower function
	Finger 1	t-test	0.092	Borderline association
Time to surgery (<24 vs. >24 hours)	Pain	Independent t-test	0.017	Delay >24 hours associated with higher pain
	Appearance and function	Independent t-test	>0.05	No significant association
Time to surgery (hours)	Appearance and pain	Spearman correlation	>0.05	No significant association
	Function	Spearman correlation	0.094	Borderline trend toward poorer function with longer delay

In the analytical assessment, no statistically significant differences were observed between men and women in terms of appearance and pain scores. The corresponding p-values were 0.395 and 0.317,

respectively. Likewise, no significant difference was found in functional scores between the two groups, with a reported p-value of 0.187. Therefore, in the present sample, sex was not associated with significant variation in any of the three primary study outcomes.

Subsequently, outcomes were compared based on the side of injury using the independent samples t-test. The results indicated no significant difference in appearance scores between right- and left-hand injuries (Figure 2), with a p-value of 0.354. Similarly, no significant difference was observed in pain scores ($p=0.723$). Finally, functional scores also did not differ significantly between the two sides ($p = 0.861$). These findings suggest that, within the context of this study, the side of involvement had no significant effect on patient-reported outcomes.

The association between the number of involved digits and postoperative outcomes was evaluated using one-way analysis of variance. In this analysis, pain scores showed a statistically significant difference across groups, with a p-value of 0.031. Specifically, patients with involvement of three digits reported higher pain levels. In contrast, appearance and functional scores did not differ significantly among patients with one-, two-, or three-digit involvement, with p-values greater than 0.05 for both outcomes. These results indicate that the number of involved digits appears to be more closely related to increased postoperative pain rather than to changes in appearance or function.

In the analysis stratified by digit number, involvement of the fifth digit was associated with a significant reduction in functional score ($p=0.007$). Moreover, in the evaluation of postoperative pain for the first digit, the p-value was 0.092, which lies in a borderline range and may suggest a potential trend, although it does not meet the conventional threshold for statistical significance ($p<0.05$). No significant effects were observed for the other digits.

The effect of time to surgery was examined at two levels. First, patients were categorized into two groups based on delay to surgery, less than 24 hours and more than 24 hours, and compared using the independent samples t-test. The results demonstrated that a delay of more than 24 hours was significantly associated with increased postoperative pain at final follow-up ($p=0.017$). In contrast, no significant differences were found between the two groups in terms of appearance or functional scores, with p-values greater than 0.05 in both cases. All outcomes were recorded at the final follow-up after completion of reconstruction.

In the next step, to assess the continuous relationship between delay in hours and outcomes, Spearman's

the flap. During this period, active mobilization of the shoulder, elbow, wrist, and uninvolved digits was initiated from the first day, and gentle active movement of the free joints of the involved digit was gradually started according to patient tolerance. After splint removal and adequate wound healing, and in cases of two-stage flaps, following pedicle division (usually around 10–15 days after the first stage), active and passive range-of-motion exercises of the involved finger were initiated under the supervision of a hand therapist. These were subsequently progressed in a stepwise manner with stretching exercises, edema control, and later functional strengthening. After complete wound closure, patients were instructed in scar care and desensitization techniques, including scar massage and a gradual desensitization program.⁽²⁰⁾ The timing of pedicle division in two-stage flaps was determined based on the surgeon's judgment and the status of healing.

Outcome measures included functional score, pain score, and appearance/aesthetic score, which were recorded using a data collection form specifically designed for this study and based on a numerical scale ranging from 0 to 10. Pain was assessed using a numerical rating scale from 0 (no pain) to 10 (worst imaginable pain). In addition, variables extracted from the medical records were used both for descriptive purposes and to examine the association between selected factors and outcomes, including sex, side of injury, number of digits involved, digit number, and time interval to surgery. The study was conducted after approval by the institutional research council and with authorization from the university ethics committee and was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki.⁽²¹⁾ Patient information was treated as confidential and analyzed in a coded format.

Data were entered and analyzed using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), version 26. Quantitative variables were reported as mean and standard deviation, while qualitative variables were presented as frequency and percentage. The independent samples t-test was used to compare mean outcomes between two groups, and one-way analysis of variance (ANOVA) was applied for comparisons among more than two groups.

In cases where assumptions of normality were not met, corresponding non-parametric tests were employed. In addition, appropriate correlation methods, based on data distribution, were used to assess the relationship between time from injury to surgery and outcomes. A p-value of less than 0.05 was considered statistically significant. In the presence of missing data for certain variables, the number of valid

cases for each analysis was reported, and analyses were conducted based on available data.

Results

Over the 8-year period, 63 records were identified. After removal of duplicate or irrelevant cases (n=2), exclusion of records that did not meet the inclusion criteria or had undergone non-palmar reconstruction (n=4), and elimination of records with incomplete key information (n=4), a total of 53 eligible patients remained. Of these, 1 patient withdrew and 2 patients were not reachable, resulting in 50 patients included in the final analysis.

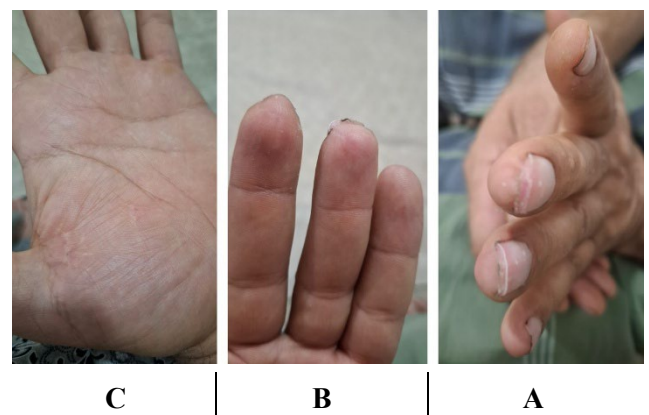


Figure 1. Intraoperative images of fingertip amputation and reconstruction using a palmar flap. (A) View of the soft tissue defect prior to reconstruction. (B) View after placement and fixation of the flap over the fingertip.

The mean age of patients was 30.14 years (standard deviation: 5.58), with an age range of 20 to 40 years. A total of 44 patients (88%) were male and 6 (12%) were female. Thirty patients (60%) had injuries to the right hand and 20 patients (40%) to the left hand.

Regarding the number of involved digits, 34 patients (68%) had single-digit injuries, 6 patients (12%) had involvement of two digits, and 10 patients (20%) had injuries involving three digits. In total, 76 injured digits were recorded in the sample, with the highest frequency observed in the second and third digits.

The time interval from injury to surgical intervention ranged from 4 to 168 hours, with a mean of 33.04 hours (standard deviation: 50.93). Outcome scores for appearance, pain, and function were recorded at final follow-up using a 0 to 10 Likert scale. For the pain index, higher scores indicated greater pain.

The mean duration of follow-up from the time of surgery to outcome assessment was 14.8 months (standard deviation: 7.2; range: 6 to 36 months), with

Given the retrospective nature of the study, the sample size was determined based on the total number of eligible patients during the 2016 to 2024 period.

Table 1: Baseline patient characteristics, injury pattern, and main outcomes (n = 50 patients, 76 digits)	
Variable	Value
Age (years), mean ± standard deviation, range	20 to 40; 30.14 ± 5.58
Sex, n (%)	Male 44 (88); Female 6 (12)
Side of injury, n (%)	Right 30 (60); Left 20 (40)
Mechanism of injury, n (%)	Industrial 50 (100)
Number of digits involved per patient, n (%)	1 digit: 34 (68); 2 digits: 6 (12); 3 digits: 10 (20)
Distribution of injured digits out of 76 digits, n (%)	Digit 1: 3 (3.94); Digit 2: 27 (35.52); Digit 3: 25 (32.89); Digit 4: 13 (17.10); Digit 5: 9 (11.84)
Time to surgery (hours), mean ± standard deviation, range	4 to 168; 33.04 ± 50.93
Appearance score, mean ± standard deviation, min–max	6 to 10; 7.72 ± 1.43
Pain score, mean ± standard deviation, min–max	2 to 9; 7.72 ± 1.36
Function score, mean ± standard deviation, min–max	5 to 10; 8.26 ± 1.45

During the initial extraction phase, approximately 63 records were identified from the hospital archive. After removal of duplicate or irrelevant cases (n=2) and exclusion of records that did not meet the inclusion criteria or had not undergone palmar flap reconstruction (n=4), a number of additional records were excluded due to missing key information (including absence of date or time required to calculate time to surgery, incomplete documentation of the injured finger or side, or lack of valid contact information for follow-up) (n=4). Ultimately, 53 eligible patients remained. Of these, during the final follow-up process, one patient withdrew from participation and two patients were not reachable despite at least three contact attempts. Therefore, 50 patients were included in the final analysis.

Initially, eligible patient records from 2016 to 2024 were retrieved from the hospital archive. Demographic data and injury-related information were extracted, including age, sex, side of injury, number of the injured digit, number of digits involved per patient, and the time interval between injury occurrence and surgical intervention. The mechanism of injury was also recorded for descriptive purposes. In cases where a variable was incomplete in some records, analyses related to that variable were conducted based on the number of valid observations, and the denominators were clearly reported in the results. However, records lacking key information

required for study inclusion or final follow-up were excluded during the screening stage.

After identification, patients were enrolled in the study based on the inclusion and exclusion criteria. Informed consent was obtained from all participants. Pain and functional outcomes were assessed using a 10-point Likert scale, where a score of 1 indicated minimal pain and a score of 10 indicated maximal pain.⁽²⁰⁾ For assessment of appearance and aesthetics, a single fixed evaluator rated the outcomes using the same 10-point Likert scale.

Outcome evaluation, including pain, function, and appearance, was conducted at the final follow-up. Final follow-up was defined as the last recorded patient visit after completion of treatment and wound healing, and in cases involving a two-stage flap, after pedicle division. The duration of follow-up was calculated as the time interval between the date of surgery and the date of final follow-up, at which outcomes were recorded. Throughout the manuscript, “postoperative pain” refers to the pain score at the time of final follow-up.

Surgical Technique and Postoperative Care Surgical procedures were performed by the center’s surgical team, including attending surgeons with participation of orthopedic residents. In cases where a resident was the primary operator, key steps were carried out under the direct supervision of a senior surgeon. In most cases, anesthesia was achieved using regional anesthesia in the form of a digital nerve block, and the type of anesthesia was recorded based on medical documentation.

At the study center, fingertip reconstruction with a palmar flap was performed as a pedicled flap harvested from glabrous hand skin. The flap design was determined based on the location of the defect and the involved digit. The flap was elevated as a full-thickness flap with an adequate layer of subcutaneous tissue to preserve its vascularity. After debridement and preparation of the recipient site, the flap was secured over the defect without tension. When necessary, the finger was immobilized in an appropriate position to avoid pressure on the pedicle (Figure 1).

Postoperatively, patients were monitored for signs of flap vascular compromise and were instructed on wound care. Short-term immobilization was applied to protect the flap, and a rehabilitation and mobilization program was initiated after ensuring flap stability and initial wound healing. Typically, in the early postoperative days, the limb was maintained in an elevated position, and a short-term protective splint (approximately 7 to 10 days) was used to safeguard

In recent years, semi-occlusive dressing has been introduced as a non-surgical option in selected cases, and recent studies have reported satisfactory healing, patient satisfaction, and certain functional advantages. These findings highlight the need for clearly defined indications and fair comparison between treatment modalities.⁽⁶⁻⁸⁾

In cases involving extensive soft tissue loss or exposure of the distal phalanx, reconstruction with a local flap is usually required. The cross-finger flap and the thenar flap are among the commonly used reconstructive techniques, and in addition, the mid-palmar flap has been proposed for certain defect patterns. Despite their advantages, some flap techniques may necessitate a longer period of immobilization, which can influence return to work and patient satisfaction.^(6, 9, 10)

From a reconstructive standpoint, in volar fingertip defects, the use of glabrous palmar skin is functionally advantageous due to its similarity in thickness, durability under contact, and quality of coverage. Palmar flaps, by providing a robust and relatively similar tissue to the fingertip pulp, may represent a valuable option for working individuals and those with frequent fingertip contact. In designs based on the mid-palmar region, attention has been paid to its vascular supply from the superficial palmar branch of the radial artery.⁽¹⁰⁻¹²⁾

The use of palmar skin for the repair of digital defects dates back to classic reports. Gatewood introduced this concept in the early decades of the twentieth century, and with subsequent modifications, its application was expanded to distal and fingertip injuries. Thereafter, techniques based on palmar and thenar flaps were refined by various surgeons, and their technical foundations evolved.⁽¹³⁾

Nevertheless, concerns have been raised regarding complications such as joint stiffness and donor-site scar tenderness. Clinical evidence suggests that a substantial proportion of these issues can be mitigated through optimization of surgical technique, appropriate pedicle design, timely flap division, and early initiation of rehabilitation. Reports on thenar flap rehabilitation and larger case series have also emphasized the importance of structured mobilization to prevent joint stiffness.^(10, 14, 15)

In the evaluation of treatment outcomes for fingertip injuries, in addition to objective measures, patient-reported outcomes such as pain, functional performance in daily activities, and satisfaction with appearance are of particular importance. In recent years, comparative studies have demonstrated differences in certain functional and aesthetic

outcomes among flap techniques, and recent reviews continue to highlight the role of the thenar flap as a reliable option in fingertip reconstruction.^(16, 17)

Given the limited evidence regarding outcomes of fingertip reconstruction using palmar flaps, conducting center-based studies may assist in clinical decision-making, provide more precise patient counseling, and contribute to the refinement of treatment and rehabilitation protocols. The present study aims to evaluate the outcomes of reconstruction in patients with fingertip amputation treated using a palmar flap technique, as well as to analyze the relationship between outcomes and selected clinical factors.^(6, 10)

Materials & Methods

This study is a retrospective cross-sectional observational investigation conducted through review of the medical records of all patients with fingertip amputation. The target population consisted of patients who had undergone fingertip reconstruction using a palmar flap at Shahid Sadoughi Hospital in Yazd between 2016 and 2024. The study was reported in accordance with the Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) guidelines.^(18, 19)

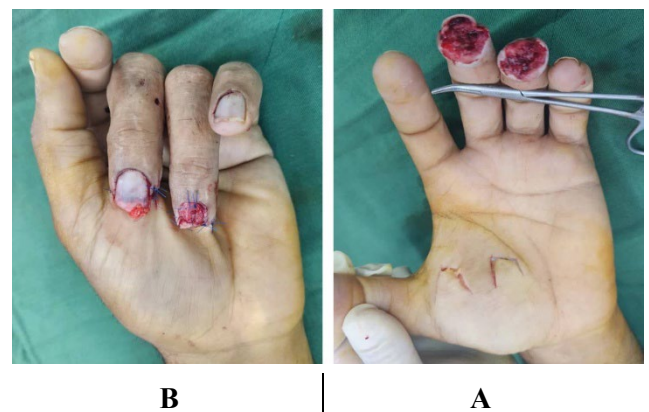


Figure 1. Intraoperative images of fingertip amputation and reconstruction using a palmar flap. (A) View of the soft tissue defect prior to reconstruction. (B) View after placement and fixation of the flap over the fingertip.

Sampling was performed using a convenience approach in the form of a census of all eligible cases within the specified time frame. Inclusion criteria comprised patients with fingertip amputation who had undergone reconstruction with a palmar flap and had provided informed consent to participate in the study. Exclusion criteria included lack of consent for participation and non-response during follow-up.

Outcomes of Fingertip Amputation Reconstruction by Palmar Flap (A Retrospective Cross-Sectional Study)

Abstract

Introduction: Fingertip injuries are among the most common hand traumas, and the choice of reconstructive technique may influence pain, function, and digital appearance. This study aimed to evaluate the outcome of palmar flap reconstruction for fingertip amputation and assess factors associated with postoperative outcome.

Materials & Methods: Medical records of patients who underwent palmar flap reconstruction from a hospital between 2016 and 2024 were reviewed in a retrospective cross-sectional observational study. Patient-reported outcomes including function, pain, and appearance were measured using a 10-point numeric rating scale. Statistical analysis was performed using the independent t-test, one-way analysis of variance (ANOVA), and Spearman rank correlation.

Results & Discussion: 50 patients with the mean age of 30.14 years with a standard deviation (SD) of 5.58, and 88% being male were studied. All injuries were industrial. The mean scores for appearance, pain, and function were 7.72, 7.72, and 8.26, respectively. No significant differences in outcomes were observed by sex or injured side. Pain scores were higher among patients with three injured fingers ($p=0.031$). Functional scores were significantly lower in injuries involving the fifth finger ($p=0.007$). Surgery performed more than 24 hours after injury was associated with higher pain scores ($p=0.017$), and a borderline trend toward poorer function with increasing surgical delay was observed ($p=0.094$).

Conclusion: In palmar flap reconstruction for fingertip amputation, the number of injured fingers, involvement of the fifth finger, and surgical delay are key factors associated with lower postoperative outcomes.

Keywords: Finger injuries, traumatic amputation, surgical flaps, hand injuries

Accepted: 40 days before printing

Seyed Hossein Saeed Banadaki, MD¹, Milad Gholizadeh, MD², Nima Fathollahzadeh, MD², Shahab Sheikhalishahi, MD³, Hesameddin Jafarinasab, MD³

1. Trauma Research Center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

2. Department of Orthopedic Surgery, Trauma Research Center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

3. Research Committee, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

Corresponding Author:
Hesameddin Jafarinasab, MD
Email Address:
Jafarinasab1000@gmail.com

Introduction

Fingertip injuries are among the most common injuries of the hand. Owing to the critical role of the fingertip in fine pinch, protective sensation, and the cosmetic integrity of the nail unit, such injuries may be associated with chronic pain, functional impairment, and aesthetic dissatisfaction. These injuries typically occur during the working years and have been reported in both occupational and non-occupational settings. In many reports, the incidence is higher in men, and the consequences may include reduced productivity and absenteeism from work.⁽¹⁻³⁾

In fingertip amputations, the goal of treatment is not merely wound closure. Rather, restoration of sensation, provision of durable coverage resistant to shear forces, preservation of finger length and contour, and establishment of an appropriate bed for nail growth are of primary importance. Inadequate management may lead to outcomes such as cold intolerance, pain or bothersome hypersensitivity at the flap or scar site, and functional impairment of the finger. Therefore, the choice of treatment should be guided by the injury pattern, the extent of bone or tendon exposure, the condition of the nail bed, and the patient's functional needs.⁽⁴⁻⁶⁾

Despite therapeutic advances, there is still no definitive consensus on the optimal approach for all patients, and the decision between conservative and surgical management should be individualized.

- Characteristics in Unilateral Symptomatic Carpal Tunnel Syndrome Patients. *J Clin Med.* 2023 Mar 27;12(7):2515. doi: [10.3390/jcm12072515](https://doi.org/10.3390/jcm12072515). PMID: 37048599; PMCID: PMC10095503.
14. Vo NQ, Nguyen THD, Nguyen DD, Le TB, Le NTN, Nguyen TT. The value of sonographic quantitative parameters in the diagnosis of carpal tunnel syndrome in the Vietnamese population. *J Int Med Res.* 2021 Dec;49(12):3000605211064408. doi: [10.1177/03000605211064408](https://doi.org/10.1177/03000605211064408). PMID: 34939464; PMCID: PMC8721721.
 15. Cristiani-Winer M, Allende-Nores C, Aguirre GL, Robles CO, Ré R. Sensibilidad y especificidad de tres métodos complementarios para el diagnóstico de síndrome de túnel carpiano [Sensitivity and specificity of three complementary methods in the diagnosis of carpal tunnel syndrome]. *Acta Ortop Mex.* 2020 Jan-Feb;34(1):31-37. Spanish. PMID: 33230997.
 16. Bang M, Kim JM, Kim HS. The usefulness of ultrasonography to diagnose the early stage of carpal tunnel syndrome in proximal to the carpal tunnel inlet: A prospective study. *Medicine (Baltimore).* 2019 Jun;98(26):e16039. doi: [10.1097/MD.0000000000016039](https://doi.org/10.1097/MD.0000000000016039). PMID: 31261508; PMCID: PMC6616851.
 17. Billakota S, Hobson-Webb LD. Standard median nerve ultrasound in carpal tunnel syndrome: A retrospective review of 1,021 cases. *Clin Neurophysiol Pract.* 2017 Sep 15;2:188-191. doi: [10.1016/j.cnp.2017.07.004](https://doi.org/10.1016/j.cnp.2017.07.004). PMID: 30214994; PMCID: PMC6123884.

that ultrasound could serve as a useful screening tool before proceeding with EDx evaluation for CTS.⁽¹⁷⁾

Collectively, these results highlight the clinical value of ultrasound as an effective tool for both the diagnosis and severity grading of CTS. While CSA remains the most robust parameter, nerve width alone is less specific and may lead to false-positive results. Anatomical variations such as bifid median nerves or accessory muscle structures may further complicate sonographic interpretation, emphasizing the need for careful technique and experience. The present study's strengths lie in its integrated approach, evaluating anthropometric, electrophysiological, and sonographic parameters, and encompassing the assessment of both hands. This study is limited by its single-center nature, modest sample size, and the lack of extended follow-up to determine how ultrasound parameters relate to treatment outcomes. Future research should aim to include control groups, standardized sonographic measurement protocols, and longitudinal follow-up to assess the prognostic value of these imaging findings.

Conclusion

Ultrasonography, particularly the measurement of the median nerve's CSA, provides a reliable, non-invasive, and accurate diagnostic modality for CTS. The findings indicate that CSA correlates strongly with disease severity and can effectively complement electrodiagnostic (EMG-NCV) testing in confirming and grading CTS. Additionally, a higher body mass index (BMI) appears to contribute to increased nerve compression, highlighting the potential role of metabolic factors in disease progression. Overall, ultrasonography is a valuable and patient-friendly tool for diagnosing CTS and evaluating its clinical severity.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

References

1. Joshi A, Patel K, Mohamed A, Oak S, Zhang MH, Hsiung H, Zhang A, Patel UK. Carpal Tunnel Syndrome: Pathophysiology and Comprehensive Guidelines for Clinical Evaluation and Treatment. *Cureus*. 2022 Jul 20;14(7):e27053. doi: [10.7759/cureus.27053](https://doi.org/10.7759/cureus.27053). PMID: 36000134; PMCID: PMC9389835.
2. Sevy JO, Sina RE, Varacallo MA. Carpal Tunnel Syndrome. [Updated 2023 Oct 29]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing;

- 2025 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448179/>
3. U.S. Department of Labor, Bureau of Labor Statistics. Nonfatal occupational injuries and illnesses requiring days off from work, 2021 [Internet]. Washington (DC): U.S. Department of Labor; 2022 [cited 2022 Apr 20]. Available from: <https://www.bls.gov/news.release/pdf/osh2.pdf>
4. McDiarmid M, Oliver M, Ruser J, Gucer P. Male and female rate differences in carpal tunnel syndrome injuries: personal attributes or job tasks? *Environ Res*. 2000 May;83(1):23-32. doi: [10.1006/enrs.2000.4042](https://doi.org/10.1006/enrs.2000.4042). PMID: 10845778.
5. Hassan A, Beumer A, Kuijer PPFM, van der Molen HF. Work-relatedness of carpal tunnel syndrome: Systematic review including meta-analysis and GRADE. *Health Sci Rep*. 2022 Nov 2;5(6):e888. doi: [10.1002/hsr2.888](https://doi.org/10.1002/hsr2.888). PMID: 36340637; PMCID: PMC9629628.
6. Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor. The Economics Daily: distribution of days away from work due to workplace injuries and illnesses [Internet]. Washington (DC): Bureau of Labor Statistics; 2022 Apr 21. Available from: https://www.bls.gov/news.release/archives/osh2_04212022.html
7. Luo YT, Huang YT, Chiu V, Chang YW, Horng YS. Diagnostic meta-analysis of the efficacy of ultrasonography for diagnosing carpal tunnel syndrome: A comparison between Asian and non-Asian populations. *J Formos Med Assoc*. 2025 Jul;124(7):666-674. doi: [10.1016/j.jfma.2024.06.026](https://doi.org/10.1016/j.jfma.2024.06.026). Epub 2024 Jul 3. PMID: 38965008.
8. Chang YW, Hsieh TC, Tzeng IS, Chiu V, Huang PJ, Horng YS. Ratio and difference of the cross-sectional area of median nerve to ulnar nerve in diagnosing carpal tunnel syndrome: a case control study. *BMC Med Imaging*. 2019 Jul 4;19(1):52. doi: [10.1186/s12880-019-0351-3](https://doi.org/10.1186/s12880-019-0351-3). PMID: 31272405; PMCID: PMC6610846.
9. Yoshii Y, Zhao C, Amadio PC. Recent Advances in Ultrasound Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome. *Diagnostics (Basel)*. 2020 Aug 15;10(8):596. doi: [10.3390/diagnostics10080596](https://doi.org/10.3390/diagnostics10080596). PMID: 32824261; PMCID: PMC7460039.
10. Tai TW, Wu CY, Su FC, Chern TC, Jou IM. Ultrasonography for diagnosing carpal tunnel syndrome: a meta-analysis of diagnostic test accuracy. *Ultrasound Med Biol*. 2012 Jul;38(7):1121-8. doi: [10.1016/j.ultrasmedbio.2012.02.026](https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2012.02.026). Epub 2012 Apr 27. PMID: 22542258.
11. Torres-Costoso A, Martínez-Vizcaino V, Álvarez-Bueno C, Ferri-Morales A, Cavero-Redondo I. Accuracy of Ultrasonography for the Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2018 Apr;99(4):758-765.e10. doi: [10.1016/j.apmr.2017.08.489](https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.08.489). Epub 2017 Sep 22. PMID: 28947163.
12. Roll SC, Takata SC, Yao B, Kysh L, Mack WJ. Sonographic reference values for median nerve cross-sectional area: A meta-analysis of data from healthy individuals. *J Diagn Med Sonogr*. 2023 Sep;39(5):492-506. doi: [10.1177/87564793231176009](https://doi.org/10.1177/87564793231176009). Epub 2023 Jun 6. PMID: 37654772; PMCID: PMC10468154.
13. Ikumi A, Yoshii Y, Kudo T, Kohyama S, Ogawa T, Hara Y, Ishii T. Potential Relationships between the Median Nerve Cross-Sectional Area and Physical

8.5 mm² showed high sensitivity (87.5%) and good specificity (81.7%), making it a reliable indicator. The nerve width at 5 mm had very high sensitivity (100%) but lower specificity (71.4%), which may lead to false positives.

On the left hand, a CSA cut-off of 8 mm² demonstrated moderate sensitivity (70%) and high specificity (95.5%), while a nerve width of 5 mm provided higher sensitivity (79.5%) but lower specificity (58.3%) for diagnosing CTS (Table 3).

Discussion

Our findings revealed no statistically significant difference in age across severity groups based on EMG-NCV classification (P=0.344), suggesting that age alone may not be a strong determinant of CTS severity. In contrast, BMI was significantly higher in more severe EMG-NCV groups (P=0.01), implying that increased body mass may contribute to greater compression or inflammation of the median nerve.

Sonographic assessment revealed a proportional increase in both the CSA and width of the median nerve with increasing disease severity, observed in both hands. In the right hand, significant differences in mid-forearm CSA and nerve width (proximal to the carpal tunnel) were observed (P=0.000 and P=0.006, respectively), mainly between normal vs severe, and mild vs moderate/severe groups. At the proximal carpal tunnel, CSA (P=0.002) and width (P=0.002) also differed significantly between groups. Similar results were found for the left hand, with significant between-group differences in mid-forearm CSA and width (proximal to the carpal tunnel; P=0.023 and 0.032, respectively), proximal tunnel CSA (P=0.001), proximal tunnel width (P=0.010), and distal tunnel CSA. Additionally, analysis of bony and tendinous carpal tunnel anatomy (width, depth, and CSA) revealed statistically significant differences (e.g., P=0.025 for CSA).

These findings align with previous research. A meta-analysis by Roll et al. reported a normal median nerve CSA of approximately 8.6 mm² at the carpal tunnel, with higher values strongly associated with CTS.⁽¹²⁾ Moreover, Ikumi et al. demonstrated a significant positive correlation between CSA and BMI (r=0.44) in symptomatic patients, which supports the relationship observed in our study between higher BMI and increased median nerve size.⁽¹³⁾ From a diagnostic standpoint, our findings show that sonographic measurements offer substantial sensitivity and specificity. In the right hand, a CSA cut-off of 8.5 mm² achieved 87.5% sensitivity and

81.7% specificity, while nerve width ≥5 mm yielded perfect sensitivity (100%) but lower specificity (71.4%). In the left hand, a CSA cut-off of 8 mm² had 70% sensitivity and 95.5% specificity, and a width of 5 mm achieved 79.5% sensitivity and 58.3% specificity. Vo et al. demonstrated that the median nerve CSA is a reliable diagnostic marker for CTS. They proposed a proximal CSA (p-CSA) threshold of greater than 9.5 mm² for the diagnosis of CTS, while values exceeding 15.5 mm² were suggested as indicative of severe CTS within the Vietnamese population.⁽¹⁴⁾

Table 3: Sonographic criteria, sensitivity, and specificity of the cross-sectional area and width of the median nerve at the carpal tunnel for the diagnosis of carpal tunnel syndrome in the right and left hand

Hand	Variable	Cut-off Value	Sensitivity	Specificity
Right	Cross-sectional area of the median nerve at the carpal tunnel	8.5 mm ²	87.5%	81.7%
	Width of the median nerve at the carpal tunnel	5 mm	100%	71.4%
Left	Cross-sectional area of the median nerve at the carpal tunnel	8 mm ²	70%	95.5%
	Width of the median nerve at the carpal tunnel	5 mm	79.5%	58.3%

Our results are also supported by several recent clinical studies. Cristiani-Winer et al. (2020) examined 50 patients (14 men, 36 women) using both electrodiagnostic and ultrasonographic methods, and reported that if diagnostic confirmation was required, ultrasonography proved to be an excellent option, offering a less stressful, less painful, and noninvasive experience for patients while also reducing healthcare costs and expediting the diagnostic process.⁽¹⁵⁾ Building on similar research, Bang et al. (2019) assessed 34 CTS patients, concluding that median nerve CSA measurement aids in early diagnosis and distinguishes between normal and mild cases.⁽¹⁶⁾ In a broader study, Billakota Santoshi et al. (2017) examined 1,021 extremities across 670 patients. Ultrasonography yielded positive results in 97.6% of cases with CTS confirmed by electrodiagnostic (EDx) testing, indicating that median nerve ultrasound demonstrates sensitivity comparable to the EDx gold standard for CTS diagnosis. These findings suggest

applied to each patient using sonographic visualization of anatomical landmarks. All relevant measurements were obtained bilaterally and compared among the groups with varying symptom severity. All participants provided written informed consent before undergoing the ultrasound procedure. No additional costs were incurred by patients for participation in the study.

Results

In this study, the mean age of patients was 49.5 ± 10.42 years old. Moreover, body mass index (BMI) was 26.8 ± 3.56 Kg/m². The frequency of men and women was 6 (10%), and 54 (90%), respectively. The involvement of right, left and both hands was seen in 8 (13.3%), 4 (6.7%), and 48 patients (80%), respectively (Table 1).

Table 2: Mean Cross-sectional area and width of the median nerve in different patient groups based on EMG-NCV findings

Group	Mean Cross-Sectional Area (mm ²)		Mean Width (mm)	
	Right	Left	Right	Left
Normal	9.7±1.8	8.7±1.7	4.5±0.5	4.3±1.5
Mild	9.97±3.1	9.6±2.6	5.4±1.1	5.6±0.7
Moderate	11.6±1.9	12.2±3.5	6.65±1.1	6.0±0.9
Severe	14.2±4.6	11.6±5.4	6.4±1.4	6.0±1.2
Total Mean	11.9±3.91	11.02±4.19	6.08±1.35	5.8±1.10

The mean age did not differ significantly across the groups ($P=0.344$). In contrast, BMI values showed a statistically significant variation ($P=0.01$), with patients exhibiting more severe EMG-NCV abnormalities generally presenting with higher BMI measurements. Additionally, comparison of the total Boston score as a clinical index of carpal tunnel syndrome demonstrated a significant difference among the groups ($P=0.004$). Further analysis indicated that this significant difference was specifically attributable to the contrast between the Moderate and Severe groups. EMG-NCV results showed that carpal tunnel syndrome was generally more severe and frequent in the right hand, with severe cases most common on the right (36.7%) and moderate cases most common on the left (35%).

Normal findings were more frequent in the left hand (26.7% vs. 6.7%).

Sonographic Findings of the Median Nerve

Sonographic analysis of the median nerve in the right hand revealed significant inter-group differences. The CSA at the mid-forearm level (mean= 7.97 mm²) was statistically different across groups ($P=0.000$), particularly between the normal vs. severe, and mild vs. moderate/severe groups. Likewise, median nerve width at the mid-forearm showed significant variation among groups ($P=0.006$), most pronounced between the mild group and the moderate/severe groups.

At the proximal carpal tunnel entrance, statistically significant differences were observed in both the median nerve's CSA and width across the patient groups ($P=0.002$ for both). The most pronounced difference in CSA was between individuals with normal findings and those with severe CTS, while the most significant difference in width was noted between the mild CTS group and the moderate/severe groups.

Further analysis indicated significant group differences in CTS progression, reflected by changes in CSA and width ($P=0.003$, 0.004 , and 0.005 , respectively), suggesting a correlation between larger median nerve CSA and width within the carpal tunnel and increased disease severity (Table 2). Measurements at the mid-forearm level also revealed significant variations. The median nerve's CSA showed significant differences among groups, especially between normal and severe CTS classifications. Similarly, its width at this level differed significantly, with the greatest distinction between the normal and moderate CTS groups.

At the proximal carpal tunnel entrance, the median nerve's CSA showed a significant difference ($P=0.001$), primarily between the normal and moderate groups. The nerve width at this level also differed significantly ($P=0.010$), with the most notable distinctions between the normal and the combined moderate/severe groups. Furthermore, the cross-sectional area (CSA) of the median nerve distal to the carpal tunnel on the left hand differed significantly among the patient groups. This difference was most striking when comparing the severe CTS group against the normal, mild, and moderate groups. The differences among the groups showed P-values of 0.028 , 0.08 , and 0.025 , respectively. The differences in depth and cross-sectional area were statistically significant.

In the right hand, both sonographic parameters were useful for diagnosing CTS. The CSA with a cut-off of

Despite the ability of EDX to determine both the presence and severity of the condition, the procedure is time-consuming, relatively expensive, and may cause patient discomfort. In addition, reported false-negative rates range from 16–34%.⁽⁷⁾

In recent years, ultrasonography has gained increasing recognition as a useful modality for diagnosing CTS due to its wide availability, affordability, noninvasive nature, and capability to visualize structural changes in the median nerve. Various sonographic indices have been suggested as diagnostic markers, including the median nerve cross-sectional area (CSA), swelling ratio, flattening ratio, and the median-to-ulnar nerve ratio.^(7, 8) Of these metrics, the cross-sectional area (CSA) of the median nerve at the carpal tunnel’s entrance (near the pisiform bone) is regarded as the most dependable indicator, showing reported sensitivities between 57–94% and specificities between 57–98%.^(7, 9) Tai et al., in a meta-analysis, indicated that a CSA cutoff value of ≥ 9 mm² provides the best diagnostic accuracy (sensitivity 87.3%, specificity 83.3%).^(7, 10) Similarly, Torres-Costoso et al. identified an optimal threshold between 9.5 and 10.0 mm², reporting pooled sensitivity and specificity of 81% and 84%, respectively.⁽¹¹⁾

Therefore, given its diagnostic accuracy and practical advantages, evaluating the diagnostic value of sonography in CTS can help establish it as a reliable, patient-friendly alternative or adjunct to electrodiagnostic studies.

Materials & Methods

Study Design

This cross-sectional diagnostic study was conducted on patients who attended the Orthopedic Clinic of Shahid Saduoghi Hospital and its outpatient department over an 18-month period, presenting with classical clinical features of CTS.

Inclusion and Exclusion Criteria

Inclusion criteria

All individuals exhibiting wrist pain and symptoms suggestive of CTS were enrolled in the study.

Exclusion criteria

Participants with a history of acromegaly, diabetes mellitus, previous wrist trauma or surgery, or those who were pregnant at the time of evaluation were excluded.

Data Collection Tools and Procedures

Patient information was recorded using a structured questionnaire designed jointly by orthopedic and radiology specialists.

Study Protocol

Participants meeting all inclusion criteria and no exclusion criteria were enrolled. Subsequently, they were stratified into mild, moderate, and severe symptom severity groups based on nerve conduction study (NCS) findings. Subsequently, all participants underwent ultrasonographic evaluation, performed blinded to NCS findings. Baseline patient data, including demographic characteristics and clinical severity of disease, were documented by an orthopedic specialist using the Boston Carpal Tunnel Questionnaire (attached as an appendix).

Ultrasound Protocol

Ultrasonographic assessments were carried out using a 7–12 MHz linear-array transducer by a fourth-year radiology resident who was unaware of the patients’ clinical and electrophysiological results.

Table 1: The mean age and BMI in different groups of patients based on EMG-NCV

Variables	Normal	Mild	Moderate	Severe	P-value
Age					
Right hand	51.5±4.5	46.16±6.4	52.56±6.7	49.63±7.3	0.344
Left hand	40.81±7.2	51.44±5.7	53.52±7.1	52.14±5.9	
BMI					
Right hand	23.35±3.7	27.59±5.3	25.21±5.3	28.11±5.7	0.01
Left hand	26.92±4.3	25.5±4.7	26.51±4.4	28.14±6.7	

For every participant, the following parameters were measured: Measurements of the median nerve’s CSA and carpal tunnel dimensions were conducted according to established anatomical reference points. Specifically, the mid-forearm CSA was captured approximately 15 cm proximal to the flexor retinaculum. The proximal and distal carpal tunnel CSAs were determined at the tunnel’s inlet and outlet, respectively. Bony dimensions were defined by the transverse diameter between the trapezium and hamate hook, and the depth from the flexor retinaculum to the lunate bone. These definitions follow standard references⁽¹²⁾ and were consistently

Diagnostic Value of Sonographic Parameters in Carpal Tunnel Syndrome (A Cross-Sectional Study)

Abstract

Introduction: Carpal tunnel syndrome (CTS) represents the most prevalent form of compressive neuropathy. Although electrodiagnostic assessments (EMG–NCV) are routinely used for diagnosis and demonstrate good accuracy, they are invasive procedures and can sometimes produce false-negative outcomes. In recent years, high-resolution ultrasonography has gained attention as a noninvasive, widely available, and cost-efficient diagnostic option. The purpose of this study was to investigate the usefulness of sonographic evaluation in diagnosing CTS and to examine how its findings relate to clinical symptoms and electrophysiological results.

Materials & Methods: In this cross-sectional diagnostic study, individuals with a clinical suspicion of carpal tunnel syndrome were assessed. Each participant underwent both EMG–NCV testing and bilateral wrist ultrasonography. Sonographic variables, including the cross-sectional area (CSA) and the width of the median nerve at various points along the forearm and within the carpal tunnel, were compared among electrodiagnostic severity categories classified as normal, mild, moderate, and severe. The sensitivity and specificity were determined for chosen CSA and nerve-width cutoff values.

Results & Discussion: 60 patients with the mean age of 49.5 ± 10.4 years and mean BMI of 26.8 ± 3.6 kg/m² being 90% female and 80% with bilateral involvement were studied. Age was not significantly associated with CTS severity ($P=0.344$), whereas higher BMI correlated with greater severity ($P=0.01$). Median nerve CSA width increased parallel with disease severity. In the right hand, a CSA cut off of 8.5 mm² at the carpal tunnel yielded 87.5% sensitivity and 81.7% specificity; in the left hand, a CSA cut off of 8 mm² provided 70% sensitivity and 95.5% specificity. Nerve width ≥ 5 mm showed high sensitivity but lower specificity.

Conclusion: Ultrasonography—especially assessing the cross-sectional area of the median nerve—serves as a dependable, noninvasive, and precise complementary tool alongside EMG–NCV for both identifying and grading the severity of CTS.

Keywords: Carpal tunnel syndrome, cross-sectional anatomy, electrophysiology, ultrasonography, median nerve

Accepted: 32 days before printing

Abbas Abdoli Tafti, MD¹, Amir Pasha Amel Shahbaz, MD², Abdolrahim Sadeghi Yakhdani, MD³, Saeed Ghorbani, MD⁴, Milad Gholizadeh, MD⁵

1. Trauma Research Center, Department of orthopedics, Shahid Sadoughi hospital, school of medicine, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

2. Department of radiology School of Medicine, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

3. Research Committee, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

4. Department of Radiology, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

5. Department of Orthopedic Surgery, Trauma Research Center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

Corresponding Author:
Milad Gholizadeh, MD
Email Address:
Miladghz15255@gmail.com

Introduction

Carpal tunnel syndrome (CTS) represents the most prevalent type of entrapment neuropathy, affecting approximately 1–3 individuals per 1,000 each year, with an overall prevalence of about 50 per 1,000 in the United States.⁽¹⁾ The condition occurs most commonly in women, who are affected approximately three times more often than men.⁽¹⁻³⁾ CTS is often associated with repetitive hand motion and is considered an occupational hazard, accounting for significant work absences and productivity loss.⁽³⁻⁵⁾

The primary cause of CTS is the compression of the median nerve as it passes through the carpal tunnel. It is often caused by hypertrophy of the surrounding synovial tissue due to trauma, repetitive use, or inflammatory disorders such as arthritis.^(1, 6) Common risk factors include female gender, diabetes, pregnancy, hypertension, and inflammatory diseases.⁽¹⁾

While a singular definitive diagnostic standard for CTS doesn't exist, its identification usually begins with recognizing typical clinical signs, followed by confirmation through electrodiagnostic (EDX) testing.



Iranian Journal of Orthopaedic Surgery

Volume 24, Number 1, Winter 2025
ISSN Print 1735-2967, online 1735-2967

(Serial Number 92)

Content

Diagnostic Value of Sonographic Parameters in Carpal Tunnel Syndrome (A Cross-Sectional Study)	1
Abbas Abdoli Tafti, MD, Amir Pasha Ameli Shahbaz, MD, Abdolrahim Sadeghi Yakhdani, MD, Saeed Ghorbani, MD, Milad Gholizadeh, MD	
Outcomes of Fingertip Amputation Reconstruction by Palmar Flap (A Retrospective Cross-Sectional Study)	7
Seyed Hossein Saeed Banadaky, MD, Milad Gholizadeh, MD, Nima Fathollahzadeh, MD, Shahab Sheikhalishahi, MD, Hesameddin Jafarinasab, MD	
Distribution and Clinicopathologic Characteristics of Spinal Column Lesions (A 10-Year Study)	15
Pooya Ghadiri, MD, Mina Hajhosseini, MD, Sepehr Sorkhizadeh, Milad Gholizadeh, MD	
Pelvic Fractures Types and Urinary System Injuries	18
Mehdi Abedinzadeh, MD, Seyed Houssein Saeed-Banadaky, MD, Milad Gholizadeh, MD, Moein Bighamian, MD, Mohammad Taghi Moravej, MD, Seyed Mustafa Akhlaghi, MD, Sara Jambarsang, MD	
Diagnostic Value of Magnetic Resonance Imaging in the Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome	22
AmirPasha Ameli Shahbaz, MD, Abbas Abdoli Tafti, MD, Athar Abolfathi, MD, Milad Gholizadeh, MD, Shahab Sheikhalishahi, MD, Hesameddin Jafarinasab, MD	
Innovative Treatment Approaches for Knee Osteoarthritis: From injections to Regenerative Surgery (Review Article)	29
Farshad Shayanmehr, MD, Zahra Jodari Mohammadpour, PHD, Anis Ranjbarzad Hagh, PHD, Asghar Elmi, MD	
Management of Concurrent Femoral Shaft Fractures and Amputations Around the Knee (Report of 2 Cases)	40
Davood Dehghani Ashkezari, MD, Saied Besharaty, MD, Seyed Hossein Saeed Banadaky, MD, Milad Gholizadeh, MD	
Pillar Pain After Carpal Tunnel Release (A Short Review)	44
Milad Gholizadeh, MD, Abbas Abdoli Tafti, MD, Seyyed Mohammad Hosseini Marvast	

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 24, Number 1, Winter 2025
ISSN Print 1735-2967, online 1735-2967

(Serial Number 92)

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:

Aslani H, MD

Ebrahimpour A, MD

Moradi R, MD

Mortazavi MJ, MD

Okhovatpour MA, MD

Razi M, MD

Yeganeh A, 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):

Afshar AR, MD

Ahmadi A, MD

Kazemi SM, MD

Madani A, MD

Mojtahed Jaberi F, MD

Mortazavi SMJ, MD

Najd Mazhar F, MD

Pourabbas Tahvildari B, 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