

صاحب امتیاز: انجمن جراحان ارتوپدی ایران

مدیر مسئول: دکتر بهادر اعلمی هرندی

سر دبیر اول: دکتر غلامحسین شاهچراغی

سر دبیر دوم: دکتر عزیز احمدی

کمک سر دبیر اول: دکتر مهزاد جاوید

کمک سر دبیر دوم: دکتر مصطفی شاهرضایی

هیئت مدیره انجمن:

دکتر عادل ابراهیم پور

دکتر محمد رازی

دکتر محمد فکور

دکتر محمدرضا گلبخش

دکتر روشنک مرادی

دکتر محمدجواد مرتضوی

دکتر محمد نصیر نادری

مشاوران (این شماره):

دکتر کامران بدیع زاده

دکتر محمدرضا گلبخش

دکتر محمدرضا دهقان فرد

دکتر فریور لاهیجی

دکتر سام حاجی علیلو سامی

دکتر علی دیانت

دکتر حسین مهدیان

دکتر علی اکبر اسماعیلی جاه

دکتر عزیز احمدی

هیئت تحریریه: دکتر عادل ابراهیم پور، دکتر سید محمدجلیل ابریشم، دکتر سعید ابریشمی، دکتر عزیز احمدی، دکتر علی اکبر اسماعیلی جاه، دکتر بهادر اعلمی هرندی، دکتر احمدرضا افشار، دکتر بهروز اکبرنیا، دکتر کامران بدیع زاده، دکتر جان برج، دکتر تقی بغدادی، دکتر جواد پرویزی، دکتر مهزاد جاوید، دکتر سام حاجی علیلو سامی، دکتر محمد حسن هادی درویش، دکتر سعید حصارکی، دکتر آلن دیمگلیو، دکتر محمد رازی، دکتر ابوالقاسم زارع زاده، دکتر علی زمانیان، دکتر علیرضا سعید، دکتر بابک سیاوشی، دکتر غلامحسین شاهچراغی، دکتر مصطفی شاهرضایی، دکتر مسعود شایسته آذر، دکتر حسن شریفی، دکتر محمدنقی طهماسبی، دکتر فریور عبدالله زاده لاهیجی، دکتر محمد فکور، دکتر محمد قره داغی، دکتر محمدتقی قضاوی، دکتر سید مرتضی کاظمی، دکتر محمود کریمی مبارکه، دکتر فریدون مجتهد جابری، دکتر هادی مخملباف، دکتر سید محمدجواد مرتضوی، دکتر مهدی مطیفی فرد، دکتر کامران مظفریان، دکتر حسین مهدیان، دکتر عبدالحسین مهدی نسب، دکتر فردین میرزا طلوعی، دکتر علی نارونی، دکتر امیرمحمد نوالی.

مدیر اجرایی: دکتر مهری سهرابی

مشاور اجرایی: دکتر نگین خشنود

سرپرستی و هماهنگی اداری: شبنم کجوری

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

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

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

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

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

شمارگان: ۱۲۰۰

لیتوگرافی: شیراز اسکندر

چاپ: مصطفوی

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

ساختمان ۹۴ - طبقه ششم، واحد ۱۲، کدپستی ۱۴۱۶۶

تلفن ۸۸۹۶۶۵۸۳، ۸۸۹۸۳۶۰۹، ۸۸۹۸۳۶۱۰، نامبر ۸۸۹۸۳۶۱۰

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

راهنمای نویسندگان

اهداف و دیدگاه

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

استقلال سردبیری:

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

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

روند ثبت مقالات:

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

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

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 حیوانها 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 می دارد. 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، انتشار شده توسط کمیته بین المللی سردبیران نشریات پزشکی (ICMJE) فردی می تواند بعنوان مولف یک مقاله پزشکی در نظر گرفته شود که شرایط چهارگانه ذیل را بطور همزمان دارا باشد:
- مشارکت اساسی در ایده پردازی یا طراحی مطالعه یا جمع آوری داده ها یا آنالیز داده ها و یا تفسیر آنالیز مربوطه؛ و
- نوشتن دست نوشته اولیه مقاله یا انجام بازبینی اساسی مقاله به گونه ای محتوای علمی مقاله بهبود یابد؛ و
- تأیید نسخه نهایی مقاله ای که قرار است به دفتر ژورنال ارسال گردد؛ و
- قبول مسئولیت و پاسخگویی در مورد کلیه جنبه های پژوهش و نگارش مقاله به گونه ای که کلیه سؤالات مربوط به صحت و دقت هر کدام از قسمت های 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 می تواند به طور بالقوه بر قضاوت آنها تأثیرگذار باشد، عنوان نمایند. از نویسندگان همچنین تقاضا می شود 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 ژورنال ها یا منابع دیگر را بصورت عینی کپی نموده و در مقاله ی خود درج نمایند. در برخورد با این گونه موارد ژورنال از راهنماها و دستورالعمل های مربوطه منتشر شده توسط COPE استفاده خواهد نمود.

• جعل/دستکاری داده ها:

- دستکاری داده ها به معنای حذف یا تغییر دادن داده و نتایج یک مطالعه است، به گونه ای که نتایج تحقیق نتوانند بصورت واقعی و صحیح نشان دهنده پژوهش انجام شده باشد. جعل داده ها به معنای ساختن داده یا نتایج و گزارش آن ها در مقاله است. هر دو این موارد کاملاً غیر اخلاقی است و قوام پژوهش های پزشکی را بصورت جدی تهدید می کند. بنابراین مقالات ارسالی به مجله بایستی براساس داده های واقعی بوده و استفاده از داده های جعلی یا دستکاری شده کاملاً ممنوع می باشد. در برخورد با موارد احتمالی جعل یا دستکاری داده ژورنال از راهنماها و دستورالعمل های COPE پیروی خواهد کرد. از پژوهشگرانی که کارآزمایی های بالینی تصادفی شده انجام می دهند، خواسته می شود که داده های خود را در دسترس داشته باشد. حق درخواست داده های خام در صورت نیاز توسط ژورنال محفوظ می باشد.

• دستکاری در عکس های ارسالی:

- مجله جراحی استخوان و مفاصل از نویسندگان درخواست می کند که عکس های اصلی را به همراه مقالات ثبت شده خود ارسال نمایند. کلیه عکس های دیجیتال مقالات پذیرفته شده در ژورنال جهت بررسی دستکاری غیر اصولی بررسی خواهند شد. هیچ جنبه ای از عکس های ارسالی نبایستی به صورت غیرطبیعی حذف شده، جابجا شده یا دستکاری شده باشند. تنظیم روشنایی کنتراست و رنگ های 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 داده های خام جهت تطابق با عکس های مشکوک را جهت خود محفوظ می دارد.

• کپی رایت:

- در مقالاتی که حاوی عکس ها یا متونی هستند که قبلاً در منابع دیگر به چاپ رسیده اند، مسئولیت نویسنده است که اجازه رسمی باز نشر مواد مربوط را از دارنده حق تألیف اولیه اخذ نمایند. نویسندگان موظف هستند که مدارک مربوط به اخذ اجازه نامه را همراه سایر مدارک به دفتر ژورنال ارسال نمایند.

• سیاست باز پس گیری مقالات منتشر شده:

- مجله جراحی استخوان و مفاصل در مواردی که نیاز است که مقالات قبلاً منتشر شده در ژورنال از وب سایت مجله برداشته شوند از راهنما و دستورالعمل COPE پیروی می نمایند.
- ضروریات جهت انواع مختلف مقالات
- مقالات اصیل پژوهشی: بایستی شامل یک خلاصه مقاله ساختاردار، ۵-۳ کلمه کلیدی، مقدمه، مواد (بیماران) و روش ها، یافته ها، بحث، نتیجه گیری، تقدیر و تشکر (در صورت نیاز) و قسمت مراجع باشد. حداکثر ۴ جدول و ۴ عکس قابل قبول می باشد. طول مقاله نبایستی از ۳۵۰۰ کلمه تجاوز نماید. (به استثنای مراجع، خلاصه مقاله، عکس ها و جداول). ۴۰-۱۵ مرجع جهت چنین مقاله ای کافی می باشد.

- کارآزمائیهای بالینی: فرمت این مقالات شبیه مقالات اصیل می باشد اما دیاگرام کنسورت (consort) بعنوان یک عکس بایستی به مقاله اضافه گردد. کارآزمائیهای بالینی تصادفی شده بایستی در یکی از مراکز ثبت کارآزمائیهای بالینی تأیید شده توسط WHO ثبت شده باشد. کارآزمائیهای بالینی تصادفی شده انجام شده در ایران بایستی الزاماً در مرکز ثبت کارآزمائیهای 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 نکنند. 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 کارآزمائیهای بالینی و مطالعات مشاهده ای توسط ژورنال پذیرفته می شود. نحوه گزارش دهی مرورهای نظام مند کارآزمائیهای 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 ۱-۲ 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. درمورد روش های استاندارد ذکر مرجع مربوطه کفایت می کند و نیاز به تکرار مجدد آن ها نمی باشد. جهت گزارش کارآزمائیهای بالینی نویسندگان بایستی طبق دستورالعمل CONSORT عمل نمایند (<http://www.consort-statement>)

(org) کار آزمایشهای بالینی بایستی در یکی از مراکز ثبت کارآزماییهای بالینی مورد تأیید WHO ثبت شده باشند. کارآزماییهای بالینی انجام شده در ایران بایستی الزاماً در مرکز ثبت کارآزماییهای بالینی وزارت بهداشت به آدرس www.irct.ir ثبت شده باشند.

- سایر دستورالعمل های گزارش انواع مختلف مطالعات از جمله STROBE, STARD و PRISMA و غیره به نویسندگان در ارائه هرچه بهتر مقالات نوشته شده کمک خواهند کرد. وب سایت EQUATOR در این زمینه می تواند کمک کننده باشد (www.equator_network.org).

- نرم افزار مورد استفاده جهت آنالیز آماری داده ها و نسخه مربوطه بایستی در قسمت روش ها ذکر گردد.
- یافته ها بایستی به ترتیب تقدم در متن، جداول و عکس ها ارائه گردند. یافته ها را براساس اهمیت آن ها ارائه نمایید. یافته ها بایستی الزاماً منبع 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 فتومیکروگراف ها. 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 منبع 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:

- 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.

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: ۰۲۱۸۸۹۶۶۵۸۳ - ۰۲۱۸۸۹۸۳۶۰۹

دورنگار: ۰۲۱۸۸۹۸۳۶۱۰

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



مولفین مدعو این جلد: دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی البرز

فهرست

- ۱..... بررسی نتایج بالینی پس از بازسازی ACL در بیماران معتاد به تریاک و بیماران سیگاری در مقایسه با بیماران غیر معتاد
دکتر امیررضا صادقی فر، دکتر امیررضا کلانتری، دکتر محمد شیبانی، دکتر الهام السادات سید قاسمی، دکتر سلمان آذرینا، دکتر فرناز حاج طالبی
- ۶..... بررسی نتایج درازمدت دو روش فیکساسیون DHS و PFNA در بیماران با شکستگی اینترتروکانتریک پایدار
دکتر پیمان محمد حسینی آذر، دکتر سلمان آذرینا، محمد سجاد میرحسینی، دکتر محمد شیبانی
- ۱۱..... آمبولی چربی در زمینه‌های غیر ارتوپدی: مروری بر موارد بالینی و پاتوفیزیولوژی (مقاله مروری).....
دکتر پوریا چقامیرزایی، دکتر آروین نجفی، دکتر سلمان آذرینا، دکتر جواد کریمی رزوه، دکتر درسا هادوی،
دکتر محمد هادی بحری، دکتر محمد عزیزمنش
- مقایسه روش جراحی فیکساتور خارجی همراه با پلاک در مقایسه با پلاک به تنهایی
- ۱۶..... در درمان شکستگی های خرد شده داخل مفصلی دیستال رادیوس
دکتر آروین نجفی، دکتر میلاد بهزادی، دکتر سلمان آذرینا، دکتر محمد سجاد میرحسینی، دکتر محمد شیبانی،
دکتر درسا هادوی، دکتر الهه خندان
- بررسی معیارهای رادیولوژیکی و یافته های بالینی در بیماران قبل و بعد از
- ۲۲..... استئوتومی اسمیت-پترسون برای اصلاح ناهنجاری ستون فقرات بزرگسالان.....
دکتر بابک میرزاشاهی، دکتر محمدجواد دهقانی فیروزآبادی، دکتر سعید پناهی، دکتر سلمان آذرینا، دکتر مهدی تیوتور،
دکتر فرناز حاج طالبی، دکتر رومبينا بسیج
- تعیین تأثیر داروی پنتوکسی فیلین بر روند بهبود بافت در بیماران
- ۲۸..... دچار قطع تروماتیک نوک انگشتان: یک کار آزمایشی بالینی تصادفی
دکتر سلمان آذرینا، دکتر آروین نجفی، دکتر سعید بهجتی، دکتر محمدسجاد میرحسینی، دکتر آرمین تاجیک،
دکتر امیرمحمد کشاورز حسنی، حمیدرضا بالایی سریزدی، دکتر سارا محبی
- ۳۶..... آژنزی ساکرال، کیست تراتوم و ناهنجاری واژن در یک زن جوان (گزارش موردی).....
دکتر مهدی تیوتور، دکتر مهدی محمدی تبار، دکتر سلمان آذرینا، دکتر محمدجواد دهقانی فیروزآبادی، دکتر فرناز حاج طالبی
- تسریع التیام شکستگی با استفاده از پودر لیوفیلیزه L-PRF زانوژنیک (اسب)
- ۳۹..... در ترمیم استخوان در مدل حیوانی موش صحرایی.....
دکتر سبحان رضویان، دکتر امین بیغم صادق، دکتر احمد عریان، دکتر ابوتراب طباطبایی نائینی

بررسی نتایج بالینی پس از بازسازی ACL در بیماران معتاد به تریاک و بیماران سیگاری در مقایسه با بیماران غیر معتاد

چکیده:

مقدمه: رباط صلیبی قدامی (ACL) یک عنصر خارج سینوویال است و فیبروبلاست‌ها در تجدید و نگهداری مداوم آن نقش دارند. به نظر می‌رسد اعتیاد به تریاک و استعمال دخانیات اثرات مخربی بر روند بهبودی توان بخشی رباط صلیبی قدامی دارد. بنابراین، هدف مطالعه حاضر بررسی نتایج بالینی جراحی بازسازی ACL در بیماران معتاد به تریاک، افراد سیگاری در مقایسه با بیماران غیر معتاد می‌باشد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه یک مطالعه کوهورت آینده‌نگر است. بیماران به چهار گروه سیگاری، معتاد به تریاک، معتاد به تریاک و سیگار و سالم تقسیم شدند. سپس نتایج بازسازی رباط در این چهار گروه بر اساس پرسشنامه KOOS و Lysholm و همچنین سیستم KT-2000 مورد ارزیابی قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون کای اسکور و تی مستقل استفاده شد و سطح معنی‌داری زیر ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث: میزان جابجایی بر اساس سیستم KT-2000 در گروه غیر معتاد به طور معنی‌داری کمتر از گروه‌های مواجهه بود. شدت زانو درد و میزان سختی در فعالیت‌های روزانه و ورزش بر اساس معیارهای KOOS در افراد غیر معتاد به‌طور معنی‌داری کمتر از گروه‌های مواجهه بود. بر اساس پرسشنامه Lysholm، نمره لنگیدن بیمار، حمایت، ناپایداری، پله نوردی و چمباتمه زدن در گروه غیر معتاد به‌طور معنی‌داری بیشتر از هر یک از گروه‌های مواجهه‌شده بود. سطح قفل شدن و تورم تفاوت معنی‌داری نداشت.

نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه حاضر به طور کلی نشان داد که نتایج بالینی بازسازی رباط صلیبی قدامی (ACL) در بیماران معتاد به تریاک و سیگاری‌ها به طور معنی‌داری بدتر از بیماران غیر معتاد بود. نتایج پیگیری بیماران پس از ۱۲ ماه نشان داد که میزان جابجایی بر اساس سیستم KT-2000 در گروه غیر معتاد به طور معنی‌داری کمتر از گروه‌های مواجهه بود.

واژگان کلیدی: بازسازی رباط صلیبی قدامی، اعتیاد به تریاک، مصرف دخانیات

پذیرش مقاله: ۳۱ روز قبل از چاپ

^۱دکتر امیررضا صادقی فر، ^۲دکتر امیررضا کلانتری، ^۳دکتر محمد شیبانی، ^۴دکتر الهام السادات سید قاسمی، ^۵دکتر سلمان آذر سینا، ^۶دکتر فرناز حاج طالبی

مقدمه

رباط صلیبی قدامی (ACL) عنصری خارج مفصلی است و فیبروبلاست‌ها در نوسازی و نگهداری دائمی آن نقش دارند. این رباط همچنین در جلوگیری از چرخش بیش از حد استخوان تیبیا و انحراف‌های واروس و والگوس در دو جهت مؤثر است. آسیب یا پارگی رباط صلیبی قدامی شایع‌ترین آسیب زانوئی است که حدود ۴۰ درصد از آسیب‌های ورزشی را شامل می‌شود. آسیب رباط صلیبی قدامی باعث بی‌ثباتی زانو می‌شود^(۱). همچنین، این آسیب می‌تواند مشکلات پیچیده‌ای در کارایی ورزشی بیمار ایجاد کند، خطر ضایعات منیسک و تخریب زودرس مفصل زانو را افزایش دهد. هدف از بازسازی رباط صلیبی قدامی این است که عملکرد پایداری برای زانو فراهم کند، علائم بیماری را کاهش دهد و بیمار را به سطح فعالیت پیش از آسیب بازگرداند^(۲). اعتیاد بیماری مزمن و تکرارشونده مغز است که، به‌رغم پیامدهای زبان‌بار، با دو ویژگی جست‌وجو و مصرف وسواس‌گونه اجباری شناخته می‌شود. اعتیاد را نوعی بیماری مغزی تعریف می‌کنند؛ زیرا مواد شیمیایی، ساختار و عملکرد مغز را تغییر می‌دهد. تریاک ماده‌ای تلخ و مخدر است که از گیاه خشخاش (*Papaver Somniferum*) به دست می‌آید. مشتقات طبیعی و صنعتی تریاک آثار منفی قابل توجهی در فیزیولوژی و رفتار فرد دارند^(۳).

چنین افرادی در طول بیهوشی و جراحی علائمی از ترک مواد افیونی، تغییرات قلبی - عروقی و همودینامیک و بسیاری مشکلات دیگر را نشان می‌دهند. همچنین، این بیماران به دلیل مصرف مواد مخدر طی فرایند بهبودی پس از عمل جراحی با دشواری مواجه می‌شوند. تنباکو انواع گوناگونی دارد که همه انواع آن کشنده و اعتیادآور هستند. شواهد علمی نشان می‌دهد که سیگاری‌ها بیشتر در معرض انواع سرطان‌ها، به‌ویژه سرطان ریه، بیماری‌های قلبی - عروقی، اختلالات تنفسی و نارسایی‌های جنینی قرار دارند^(۴).

۱. گروه جراحی ارتوپدی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران
۲. گروه ارتوپدی، دانشکده پزشکی، واحد توسعه تحقیقات بالینی، بیمارستان شهید مدنی، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران
۳. کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
۴. کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران

نویسنده مسئول:

دکتر محمد شیبانی

Email address:

sheibani.mohamad@gmail.com

توان بخشی از بیمارستان مرخص شدند. اطلاعات تکمیلی بیماران شامل سن، جنس، سوابق فردی و ورزشی، سابقه پزشکی، آسیب‌های شدید مفصلی (از جمله زانو، لگن، مچ پا یا سابقه ترمیم زانو)، زمان وقوع آسیب و شرح مختصری از آسیب‌های قبلی جمع‌آوری شد.

در پایان ماه دوازدهم پس از جراحی، پرسش‌نامه‌های کوس (KOOS) و لیشولم (Lysholm) را بیماران هر چهار گروه تکمیل کردند تا شدت علائم و درد مرتبط با بازسازی رباط صلیبی قدامی، محدودیت در فعالیت‌های روزمره، دشواری در فعالیت‌های ورزشی و تفریحی و کیفیت زندگی مرتبط با عملکرد زانو ارزیابی شود. همچنین، دستگاه KT-2000 Arthrometer برای انجام دادن آزمون عملکردی پس از گذشت دوازده ماه استفاده شد. یک دستگاه آرترومتری برای بررسی میزان جابه‌جایی صفحه تیبیا بر روی کندیل‌های فمورال به کار گرفته شد و در نتیجه تشخیص پارگی مزمن رباط صلیبی قدامی، مشخص شد که این رباط معیوب دارای اختلاف بیش از ۵ میلی‌متر بین سمت سالم و سمت آسیب‌دیده است. پرسش‌نامه کوس ابزاری بیمارمحور شامل ۴۲ سؤال است که پنج بُعد مرتبط با بیمار را بررسی می‌کند: درد، سایر علائم بیماری، فعالیت‌های روزانه، فعالیت‌های تفریحی و کیفیت زندگی با توجه به مشکلات زانو. این پرسش‌نامه ابزاری معتبر و استاندارد به شمار می‌رود. همچنین، پرسش‌نامه لیشولم برای ارزیابی نتایج جراحی رباط زانو طراحی شده است و شامل هشت شاخص است: لنگ زدن، نیاز به وسیله حمایتی، قفل شدن زانو، ناپایداری، درد، تورم، ناتوانی در بالا رفتن از پله و چمباتمه زدن. این پرسش‌نامه در مطالعات متعددی برای بررسی وضعیت زانوی آسیب‌دیده به کار رفته است. دستگاه آرترومتری KT-2000 برای ارزیابی عملکرد بیماران استفاده شد. نتایج این ارزیابی باید دست‌کم یک سال پس از جراحی ارائه شود. این دستگاه میزان جابه‌جایی صفحه تیبیا بر روی کندیل‌های فمورال را بررسی کرد و بر اساس تشخیص پارگی مزمن رباط صلیبی قدامی، زمانی که اختلاف جابه‌جایی بین سمت سالم و سمت آسیب‌دیده بیش از ۵ میلی‌متر باشد، رباط صلیبی قدامی آسیب‌دیده تلقی می‌شود. برای تحلیل داده‌ها، از آمار توصیفی به منظور محاسبه فراوانی، میانگین و انحراف معیار استفاده شد و برای تعیین تفاوت معنادار بین میانگین متغیرها از آمار استنباطی بهره گرفته شد. در این بخش، آزمون تی (T-test) استیودنت برای بررسی تفاوت معنادار میان متغیرها به کار رفت. سطح خطای آزمون‌ها $\alpha \geq 0.05$ در نظر گرفته شد. تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد.

نتایج

در مجموع ۲۰۰ بیمار در این مطالعه شرکت کردند. بسامد بروز آسیب‌ها و سازوکارهای آن‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است که این داده‌ها در گروه‌های مورد بررسی از نظر آماری معنادار نبودند ($P > 0.05$). سن میانگین آزمون تی مستقل در گروه‌های مورد مطالعه معنادار نیست ($P > 0.09$). همچنین، تفاوت معناداری در جنسیت در گروه‌های مورد مطالعه وجود ندارد ($P > 0.05$) (جدول ۲).

مطالعات قبلی نشان داده‌اند که سیگار کشیدن با ناقص بودن روند بهبود زخم، تأخیر در جوش خوردن استخوان و تأثیرات مخرب در سیستم ایمنی ارتباط دارد. نیکوتین موجود در سیگار نیز یک تنگ‌کننده قوی عروق است که در فرایند رگ‌زایی (آنژیوژنز) در بافت تأثیر می‌گذارد. در نهایت، اعتیاد به تریاک و مصرف سیگار اثر نامطلوبی در روند بازسازی رباط صلیبی قدامی دارد^(۵). از سوی دیگر، گرافت (graft) پیوندی‌شده در طی بازسازی فرایند لیگامانت‌سازی را طی می‌کند تا روند ترمیم کامل شود، و عواملی مانند سیگار و تریاک در این فرایند بسیار مؤثر هستند. بنابراین، با توجه به آنچه پیش‌تر گفته شد و از آنجا که مطالعات چندانی درباره عوارض ناشی از اعتیاد به این مواد در طی بازسازی رباط صلیبی قدامی انجام نشده است، هدف مطالعه حاضر بررسی پیامدهای بالینی جراحی بازسازی رباط صلیبی قدامی در بیماران معتاد به تریاک، سیگاری‌ها، بیماران معتاد به نیکوتین و تریاک و بیماران غیرمعتاد است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع مطالعه کوهورت آینده‌نگر است که شامل گروه مورد (که در معرض عوامل خطر هستند) و گروه شاهد (که در معرض عوامل خطر نیستند و دارای معیارهای ورود هستند) است. این دو گروه طی دوره‌ای یک‌ساله از سال ۲۰۱۵ بررسی شدند تا میزان عوارض و پیامدهای جراحی بازسازی رباط صلیبی قدامی (ACL) ارزیابی شود. جمعیت هدف این مطالعه بیمارانی بودند که برای بازسازی رباط صلیبی قدامی با استفاده از تاندون همسترینگ مراجعه کرده بودند. قبل از جراحی، رضایت‌نامه کتبی از بیماران گرفته شد و بیماران به منظور ارزیابی وضعیت زانو و شرایط عمومی بدنشان معاینه فیزیکی شدند.

معیارهای ورود به پیمایش: سن بالای ۱۸ سال، بیمار جراحی روی زانوی آسیب‌دیده برای نخستین بار انجام داده باشد، بیمار شلی چندگانه رباطی نداشته باشد.

معیارهای خروج از پیمایش: بیماران دارای شلی عمومی رباط‌ها، بیماران مبتلا به بیماری‌هایی که در عملکرد مفصل تأثیر می‌گذارند، بیمارانی که از زمان جراحی تا پایان پیگیری دچار بیماری جدیدی شوند یا در زمان‌های مشخص برای پیگیری مراجعه نکرده باشند. همچنین، اعتیاد به هرگونه مواد مخدر صنعتی و غیرصنعتی به جز سیگار و تریاک و داشتن پارگی‌های متعدد رباط‌های زانو.

پس از انتخاب بیماران واجد شرایط، گرفتن رضایت‌نامه کتبی آنان و بررسی وضعیت زانو و وضعیت عمومی بدن، بیماران به چهار گروه تقسیم شدند: سیگاری‌ها (گروه A)، معتادان به تریاک (گروه B)، معتادان به نیکوتین و تریاک (گروه C) و افراد سالم (گروه D). تعریف سیگار کشیدن مصرف مداوم بیش از سه نخ سیگار در روز است و اعتیاد به تریاک به معنای مصرف سه تا پنج «حب» تریاک، حداقل سه روز در هفته است. بین یک تا سه روز پس از جراحی بازسازی رباط صلیبی قدامی، همه بیماران با دریافت توصیه‌های لازم و یک برنامه یکسان فیزیوتراپی و

نرخ جابه‌جایی بر اساس دستگاه KT-2000

نرخ جابه‌جایی بر اساس دستگاه KT-2000 اندازه‌گیری و درجه‌بندی شد. در تحلیل آماری، این تفاوت بین گروه غیرمعتاد و هریک از گروه‌های در معرض اعتیاد معنادار بود (به ترتیب، $p = 0/04$ ، $p = 0/03$ و $p = 0/04$) (شکل ۱).

معرض اعتیاد تفاوت معناداری را نشان داد ($P = 0/01$ ، $P = 0/01$)، به علاوه، کیفیت زندگی بیماران با استفاده از پرسش‌نامه ارزیابی شد. این تفاوت بین گروه غیرمعتاد و هریک از گروه‌های در معرض اعتیاد از نظر آماری معنادار بود ($P = 0/04$ ، $P = 0/03$ ، $P = 0/04$) (جدول ۳).

ارزیابی پیامدهای بالینی بر اساس پرسش‌نامه کوس (KOOS)

شدت درد زانو

شدت درد در هر چهار گروه پایین بود، اما از نظر آماری تفاوت معناداری میان گروه‌ها مشاهده نشد ($P > 0/05$).

میزان دشواری در فعالیت‌های روزانه و ورزشی نیز با استفاده از پرسش‌نامه ارزیابی شد. در تحلیل آماری، این تفاوت میان گروه غیرمعتاد و هریک از گروه‌های در معرض (سیگاری و معتاد به تریاک) معنادار بود ($P = 0/02$ ، $P = 0/02$). به این ترتیب، میانگین نمره‌های دشواری فعالیت‌های ورزشی نیز بین گروه غیرمعتاد و هریک از گروه‌های در

ارزیابی پیامدهای بالینی بر اساس پرسش‌نامه لیشولم (LYSHOLM)

لنگ زدن بیماران با استفاده از پرسش‌نامه لیشولم بررسی و با هم مقایسه شد: نیاز به وسیله حمایتی ($P = 0/02$ ، $P = 0/02$ ، $P = 0/02$)، ناپایداری ($P = 0/01$ ، $P = 0/01$ ، $P = 0/01$)، ناتوانی در بالا رفتن از پله ($P = 0/04$ ، $P = 0/04$ ، $P = 0/04$) و چمباتمه زدن ($P = 0/03$ ، $P = 0/03$ ، $P = 0/03$).

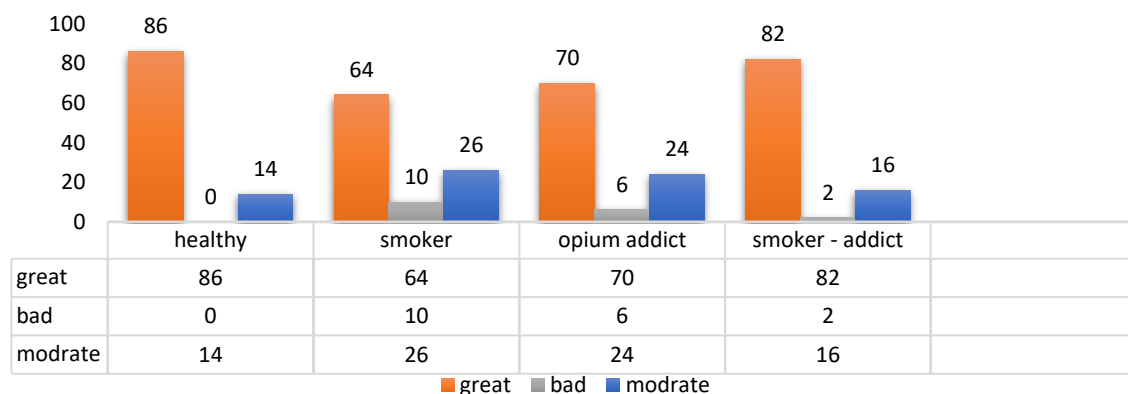
این تفاوت میان گروه غیرمعتاد و هریک از گروه‌های در معرض اعتیاد از نظر آماری معنادار مشاهده شد. با وجود این، سطح قفل‌شدگی و تورم بیماران نیز با پرسش‌نامه لیشولم ارزیابی شد، اما این تفاوت‌ها از نظر آماری معنادار نبودند ($p < 0/05$).

جدول ۱: بسامد علت و سازوکار آسیب رباط صلیبی قدامی

صدک	بسامد	
۷۰	۱۰۵	آسیب ورزشی
۳۰	۴۵	وابسته نبودن به آسیب ورزشی
۶۸/۶	۱۰۳	بدون تماس
۳۱/۴	۴۷	تماس

جدول ۲: سن و جنسیت افراد تحت مطالعه

گروه سانه داشته	گروه بدون سانه	میانگین سنی
$4/7 \pm 0/26$	$26/6 \pm 5/4$	
۱۴۴ (۹۶٪)	۴۴ (۸۸٪)	مرد
۶ (۴٪)	۶ (۱۲٪)	زن



شکل ۱: مقایسه میزان جابه‌جایی در گروه‌های مورد مطالعه

جدول ۳: نمره‌های میانگین بیماران در پرسش‌نامه کوس (KOOS)

P-value	سیگار-ترياک	ترياک	سیگاری	سالم	
<۰/۰۵	۴۴	۴۶	۴۳	۲۸	فعالیت روزانه
<۰/۰۵	۱۴	۱۴	۱۶	۷	فعالیت‌های ورزشی
<۰/۰۵	۱۰	۱۱	۱۱	۶	کیفیت زندگی

جدول ۴: نمره‌های میانگین بیماران در پرسش‌نامه لیشولم

P-value	سیگار-ترياک	ترياک	سیگاری	سالم	
<۰/۰۵	۳/۶	۳/۹	۳/۱	۴/۲	لنگ زدن
<۰/۰۵	۴/۴۴	۴/۳۲	۴/۲۸	۴/۸۲	نیاز به وسیله حمایتی
<۰/۰۵	۱۲/۴	۱۲/۶	۱۲/۴	۱۲/۶	قفل شدن زانو
<۰/۰۵	۱۷	۱۶/۸	۱۷/۲	۲۱	ناپایداری
<۰/۰۵	۸/۹	۸/۹	۸/۸	۹/۲	تورم
<۰/۰۵	۷/۵	۷/۷	۷/۴	۸/۹	ناتوانی در بالا رفتن از پله
<۰/۰۵	۳/۶	۳/۸	۳/۶	۴/۸	ناتوانی از چمباتمه زدن

بحث

در مطالعه‌ای که هاروی (Harvey) و همکاران بر روی یک کوهورت ۱۰۵ نفری انجام دادند، نقش سیگار کشیدن در تأخیر ترمیم شکستگی تیبیا نشان داده شد^(۶). به علاوه، در پژوهشی که کاستیلو (Castillo) و همکاران در دانشکده پزشکی جانز هاپکینز (Johns Hopkins School) انجام دادند، شیوع بیشتر عوارض ناشی از شکستگی باز تیبیا در افراد سیگاری گزارش شد^(۷).

افزون بر این، بیدون (Bydon) و همکاران بیان کردند که بیماران سیگاری در مقایسه با بیماران غیرسیگاری بیشتر نیازمند انجام دادن جراحی مجدد پس از لامینکتومی هستند^(۸).

مطالعه‌ای که کریم (Karim) و همکاران انجام شد نشان داد که افراد سیگاری که تحت جراحی بازسازی رباط صلیبی قدامی قرار گرفته‌اند، در آزمون‌های عملکردی نتایج ضعیف‌تری داشتند و این مطالعه پیش‌بینی کرد که سیگار کشیدن موجب بدتر شدن پیش‌آگهی جراحی می‌شود^(۹). در مطالعه مروری و نظام‌مندی که کیگانتی (Kigganti) و همکاران انجام دادند مشخص شد که سیگار کشیدن، در جراحی زانو، اثر منفی در روند بهبودی دارد و همچنین نشان داد که، پس از ترک سیگار، عوارض ناشی از این جراحی در بیماران کاهش می‌یابد^(۱۰).

کووالچوک (Kowalchuk) و همکاران عوامل مؤثر در پیش‌بینی نتایج بالینی بازسازی رباط صلیبی قدامی را بررسی کردند. این مطالعه نشان داد که چاقی، سیگار کشیدن و التهاب غضروف قبل از عمل به‌طور قابل توجهی نتایج بالینی بیماران را مختل می‌کنند^(۱۱). همچنین، کیدینگ (Kaeding) و همکاران نشان دادند که سیگار کشیدن احتمال پارگی مجدد رباط صلیبی قدامی را پس از بازسازی به‌طور معناداری افزایش می‌دهد^(۱۲). تا کنون هیچ مطالعه‌ای درباره تأثیر تریاک در نتایج بالینی بازسازی رباط صلیبی قدامی انجام نشده است و به نظر می‌رسد، بر اساس

یافته‌های مطالعه حاضر به‌طور کلی نشان می‌دهند که نتایج بالینی بازسازی رباط صلیبی قدامی (ACL) در بیماران معتاد به تریاک و بیماران سیگاری به‌طور معناداری ضعیف‌تر از بیماران غیرمعتاد است. پیگیری بیماران پس از ۱۲ ماه نشان داد که میزان جابه‌جایی زانو بر اساس سیستم KT-2000 در گروه غیرمعتاد به‌طور معناداری کمتر از گروه‌های در معرض (سیگاری، معتاد به تریاک، هم سیگاری و هم تریاک) بود. علاوه بر این، کیفیت زندگی بیماران در گروه غیرمعتاد بهتر از گروه‌های در معرض اعتیاد گزارش شد. بر اساس پرسش‌نامه لیشولم، نمره لنگ زدن بیماران، نمره نیاز به وسیله حمایتی، نمره ناپایداری، نمره بالا رفتن از پله و نمره چمباتمه زدن در افراد غیرمعتاد به‌طور معناداری بالاتر از هریک از گروه‌های در معرض اعتیاد بود که این امر نشان می‌دهد که این گروه به نتایج بالینی بهتری دست یافته است. در مقابل، سطح قفل‌شدگی زانو و تورم تفاوت معناداری نداشت.

به رغم خطرات شناخته‌شده و هشدارهای مکرر، امروزه بیش از یک میلیارد نفر در جهان سیگاری هستند. افزون بر عوارض شناخته‌شده سیگار کشیدن، ازجمله بدخیمی‌های اندام‌های گوناگون، بیماری‌های ریوی و بیماری‌های قلبی - عروقی، اخیراً موضوع تأخیر در روند بهبودی بیماران جراحی‌شده و افزایش عوارض در مصرف‌کنندگان نیز مطرح شده است. از سوی دیگر، مطالعات اندکی درباره بهبودی پس از عمل، به‌ویژه در جراحی‌های ارتوپدی در بیماران معتاد به تریاک، انجام شده است.

- 4 Najafipour H, Masoomi M, Shahesmaeili A, Haghdoust AA, Afshari M, Nasri HR, Kahnooji M, Samadi S, Mirzazadeh A. Effects of opium consumption on coronary artery disease risk factors and oral health: Results of Kerman Coronary Artery Disease Risk factors Study a population-based survey on 5900 subjects aged 15-75 years. *International journal of preventive medicine*. 2015;6(1):42. 10.4103/2008-7802.157470
- 5 Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Webster KE. Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *Br J Sports Med*. 2014;48:1543-1552. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093398>
- 6 Harvey EJ1, Agel J, Selznick HS, Chapman JR, Henley MB. Deleterious effect of smoking on healing of open tibia-shaft fractures *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2002; 31(9):518-521. PMID:12650537 .
- 7 Castillo RC1, Bosse MJ, MacKenzie EJ, Patterson BM; LEAP Study Group. Impact of smoking on fracture healing and risk of complications in limb-threatening open tibia fractures. *J Orthop Trauma*. 2005 Mar;19(3):151-157.
- 8 Bydon M, Macki M, De la Garza-Ramos R, Sciubba DM, Wolinsky JP, Gokaslan ZL, et al. Smoking as an independent predictor of reoperation after lumbar laminectomy: a study of 500 cases. *J Neurosurg Spine* 2015;22(3):288-293. <https://doi.org/10.3171/2014.10.SPINE14186>
- 9 Karim A, Pandit H, Murray J, Wandless F, Thomas N. Smoking and reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume*. 2006;88(8):1027-1031. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.88B8.17189>
- 10 Kanneganti P, Harris JD, Brophy RH, Carey JL, Lattermann C, Flanigan DC. The Effect of Smoking on Ligament and Cartilage Surgery in the Knee A Systematic Review. *The American journal of sports medicine*. 2012;40(12): 2872-2878. <https://doi.org/10.1177/0363546512458223>
- 11 Kowalchuk DA, Harner CD, Fu FH, Irrgang JJ. Prediction of patient-reported outcome after single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*. 2009;25(5):457-463. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2009.02.014>
- 12 Kaeding CC, Aros B, Pedroza A, Pifel E, Amendola A, Andrich JT, Dunn WR, Marx RG, McCarty EC, Parker RD, Wright RW, Spindler KP (2011) Allograft versus autograft anterior cruciate ligament reconstruction: predictors of failure from a MOON prospective longitudinal cohort. *Sports Health*. 2010;3(1):73-81. doi:10.1177/1941738110386185
- 13 Wadji MB, Rohban M, Shabani M, Bahrapour A. The effect of Opium addiction on response to major operation stress. *Journal of Kerman University of Medical Sciences*. 2005;12(3):159-164.
- 14 Malviya A, Negi N, Mandora M, Yadav J. Perioperative Status and Complications in Opium Addicts in Western Rajasthan. *Indian Journal of Surgery*. 2011;73(5):346-51.
- 15 Sung-Jae Kim, PhD, Su-Keon Lee, y Chong Hyuk Choi, z M Sung-Hwan Kim, Seong-Hun Kim and Min Jung, Graft Selection in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction for Smoking ,*The American Journal of Sports Medicine*. 2011;73:346-451. <https://doi.org/10.1007/s12262-011-0324-4>

دانش و اطلاعات کنونی ما، مطالعه حاضر نخستین مطالعه در این حوزه باشد. مطالعه‌ای که بقایی (Baqaeye) و همکاران انجام دادند نشان داد که بیماران معتاد به تریاک پاسخ‌های قوی‌تری به استرس جراحی نشان می‌دهند^(۱۳). مطالعه دیگری که مالویا و همکاران انجام دادند نشان داد که عوارض پس از عمل شامل مشکلات تنفسی، قلبی - عروقی، سیستمیک و موضعی در بیماران معتاد به تریاک در مقایسه با افراد غیرمعتاد بیشتر است و گروه معتاد سطح بالاتری از بیماری‌زایی را نشان داده است^(۱۴). همچنین، در مطالعه‌ای که سانگ (Sung) و همکاران انجام دادند و نتایج درمانی بازسازی رباط صلیبی قدامی در افراد سیگاری و افراد غیرسیگاری بررسی شد، مشخص شد که نتایج آزمون KT-2000 در گروه سیگاری به‌طور معناداری بدتر بوده است^(۱۵).

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه ما نتایج مطالعات پیشین را تأیید کرد که پیامدهای بالینی جراحی بازسازی رباط صلیبی قدامی (ACL) در افراد سیگاری به‌طور معناداری نامطلوب‌تر از افراد غیرسیگاری و غیرمعتاد است. همچنین، مطالعه ما برای نخستین بار نشان داد که پیامدهای بالینی این جراحی در بیماران معتاد به تریاک مشابه بیماران سیگاری است. در نتیجه، توصیه می‌شود بیمارانی که چنین عوامل خطری دارند با دقت بیشتری پیگیری شوند.

محدودیت‌ها: کسب رضایت بیماران برای مشارکت در مطالعه و تفکیک بیماران به گروه‌های گوناگون از جمله محدودیت‌های این پژوهش بوده است.

قدردانی

نویسندگان این مقاله مایل هستند از گروه حرفه‌ای واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان شهید مدنی کرج، که در انجام دادن این پژوهش به ما کمک کردند، قدردانی کنند.

منابع

- 1 Lam M-H, Fong DT, Yung PS, Ho EP, Chan W-Y, Chan K-M. Knee stability assessment on anterior cruciate ligament injury: Clinical and biomechanical approaches. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology*. 2009;1(20):1-9. <https://doi.org/10.1186/1758-2555-1-20>.
- 2 Akoto R, Lambert C, Balke M, Bouillon B, Frosch KH, Höher J. Epidemiology of injuries in judo: a cross-sectional survey of severe injuries based on time loss and reduction in sporting level. *Br J Sports Med*. 2018;52(17). <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096849>
- 3 Gell L, Bühringer G, McLeod J, Forberger S, Holmes J, Lingford-Hughes A, Meier P, editors. What determines harm from addictive substances and behaviours?. Oxford University Press; 2016.

بررسی نتایج درازمدت دو روش فیکساسیون DHS و PFNA در بیماران با شکستگی اینترتروکانتریک پایدار

چکیده:

مقدمه: شکستگی اینترتروکانتریک یکی از شایع‌ترین شکستگی‌های هیپ بخصوص در جمعیت سالخورده می‌باشد، DHS (پیچ متحرک هیپ) و PFNA (نیل پروگزیمال فمور) همچنان اصلی‌ترین روش‌های ثابت سازی این شکستگی محسوب می‌شوند. این مطالعه به مقایسه نتایج درازمدت این دو روش در شکستگی‌های با طبقه‌بندی OTA/AO A1&A2.1 می‌پردازد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه که به صورت کوهورت گذشته‌نگر در بیمارستانی آموزشی در یک دوره ۱۰ ساله شامل ۱۵۴ بیمار تحت درمان با DHS و PFNA درمان شده بودند بررسی شدند. پیامدهای کلیدی مانند عفونت نرخ عمل مجدد و مرگ‌ومیر بر اساس سن و جنس در زیرگروه‌های مختلف بررسی شدند.

نتایج و بحث: در بررسی‌های انجام گرفته بر روی ۱۵۴ بیمار از نظر عفونت، احتیاج به جراحی مجدد و میزان مرگ‌ومیر ۵ ساله تفاوت معناداری بین دو روش DHS و PFNA مشاهده نشد، در ادامه تأثیر سن و جنس بر روی دو روش بررسی شد که مشخص شد در افراد مؤنث و بالای ۷۰ سال با روش DHS احتیاج به عمل بیشتری داشتند.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج به‌غیر از گروه سنی بالای ۷۰ سال و جنسیت مؤنث که نرخ جراحی مجدد در آن‌ها در صورت درمان با DHS بیشتر بود، در سایر موارد تفاوتی بین دو گروه نبود.

واژگان کلیدی: اینترتروکانتریک، شکستگی، تثبیت شکستگی، تثبیت‌کننده‌های داخلی

پذیرش مقاله: ۳۴ روز قبل از چاپ

دکتر پیمان محمد حسینی آذر، دکتر سلمان آذر سینا، محمد سجاد میرحسینی، دکتر محمد شیبانی

مقدمه

شکستگی‌های اینترتروکانتریک از شایع‌ترین انواع شکستگی‌های لگن به‌ویژه در افراد سالمند به شمار می‌روند و اغلب با پوکی استخوان همراه هستند. هدف اصلی درمان این شکستگی‌ها دستیابی به فیکساتور پایدار و تحرک زودهنگام بیمار برای پیشگیری از عوارض بعدی است^(۱).

آن‌طور که در سطح جهانی برآورد شده است، این شکستگی‌ها تقریباً ۱۸ درصد از زنان و ۶ درصد از مردان را درگیر می‌کنند و تا سال ۲۰۵۰ بروز سالانه آن‌ها به ۴/۵ میلیون مورد می‌رسد^(۲).

در حال حاضر دو روش فیکساتور خارج مغزی (extramedullary) و داخل مغزی (intramedullary)، عمدتاً برای درمان استفاده می‌شوند^(۳). الگوی شکستگی و پایداری آن از عوامل حیاتی در انتخاب وسیله مناسب برای درمان این شکستگی‌ها هستند. برای مثال، استفاده از میخ فمورال پروگزیمال ضدچرخش (PFNA) در شکستگی‌های طبقه‌بندی شده به صورت OTA/AO 31A2.2 و A2.3 و A3 نتایج به‌مراتب بهتری را نشان داده است. در مقابل، استفاده از پیچ دینامیک هیپ (DHS) در شکستگی‌های ناپایدار همراه با پوکی استخوان با نرخ شکستگی بالای ۵۰ درصد گزارش شده است و کمتر توصیه می‌شود^(۴).

اگرچه مزایای بیومکانیکی PFNA مانند کاهش فاصله لگن تا ایمپلنت و کوتاه‌تر شدن بازوی اهرمی به‌خوبی اثبات شده‌اند، بسیاری از مطالعات گزارش‌هایی درباره پیامدهای عملکردی قابل‌مقایسه PFNA و DHS ارائه کرده‌اند^(۵).

با توجه به نامشخص بودن برتری پیامدهای درازمدت بین DHS و PFNA در شکستگی‌های پایدار (OTA/AO A1 و A2.1) و همچنین تفاوت هزینه‌ها میان این دو روش و پیامدهای آن برای اقتصاد سلامت - به‌ویژه با در نظر گرفتن افزایش بروز این شکستگی‌ها - هدف این مطالعه ارزیابی برخی از پیامدهای درازمدت این روش‌های درمانی است.

گروه ارتوپدی، دانشکده پزشکی، واحد توسعه تحقیقات بالینی، بیمارستان شهید مدنی، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران

نویسنده مسئول:

دکتر پیمان محمد حسینی آذر

Email address:

peyman1992mha@gmail.com

مواد و روش‌ها

تحلیل کاپلان-مایر (Kaplan-Meier analysis) برای مقایسه پیامدهای وابسته به زمان بین دو گروه.

طرح مطالعه

این پژوهش یک مطالعه کوهورت گذشته‌نگر است که با هدف بررسی پیامدهای دو روش جراحی DHS و PFNA در بیماران مبتلا به شکستگی‌های اینترتروکانتریک طبقه‌بندی‌شده به صورت OTA/AO A1 و A2.1 انجام شده است. در این مطالعه، پرونده‌های پزشکی بیماران بستری‌شده از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۱ در بیمارستان شهید مدنی کرج بازبینی شدند و اطلاعات موردنیاز از طریق بررسی پرونده‌ها و مصاحبه تلفنی جمع‌آوری شدند.

انتخاب نمونه و جمع‌آوری داده‌ها

معیارهای ورود: بیماران بالای ۱۸ سال مبتلا به شکستگی‌های اینترتروکانتریک (طبقه‌بندی‌شده بر اساس معیارهای مطالعه) که با روش DHS یا PFNA درمان شده‌اند.

معیارهای خروج: بیماران دارای شکستگی‌های مرتبط یا بیمارانی که بیش از دو بار تحت عمل جراحی قرار گرفته‌اند.

اطلاعات جمعیت‌شناختی (سن، جنس و بیماری‌های زمینه‌ای) و داده‌های مربوط به پیامدهای جراحی (نیاز به جراحی مجدد، فاصله زمانی از شکستگی تا جراحی، فاصله زمانی از جراحی تا مرگ و عوارض مرتبط با جراحی) جمع‌آوری شدند.

روش‌های تحلیل

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ تجزیه و تحلیل شدند. روش‌های آماری شامل موارد زیر بودند:

آزمون کای‌دو (Chi-square) و آزمون تی (T-test) برای تحلیل داده‌ها.

نتایج

در مجموع، ۱۵۴ بیمار در این مطالعه شرکت کردند که از این تعداد ۹۹ زن (۶۴/۳۹ درصد) و ۵۵ مرد (۳۴/۶۱ درصد) بودند.

توزیع سنی

میانگین سنی در گروه DHS برابر با ۷۰ سال و در گروه PFNA برابر با ۷۱/۵ سال بود. اختلاف سنی بین دو گروه از نظر آماری معنادار نبود.

توزیع جنسیتی

بین توزیع جنسیتی (مرد و زن) در دو گروه اختلاف معنادار آماری مشاهده نشد.

متغیرهای کلیدی

در متغیرهای مورد بررسی - شامل نیاز به جراحی مجدد، نرخ بقا در ۵ سال، میزان عفونت پس از عمل، فاصله زمانی از شکستگی تا جراحی و فاصله زمانی از جراحی اول تا جراحی مجدد - از نظر آماری تفاوت معناداری میان دو گروه DHS و PFNA مشاهده نشد ($P\text{-value} > 0.05$) (شکل ۱ و جدول ۱).

یافته‌های قابل توجه و مهم

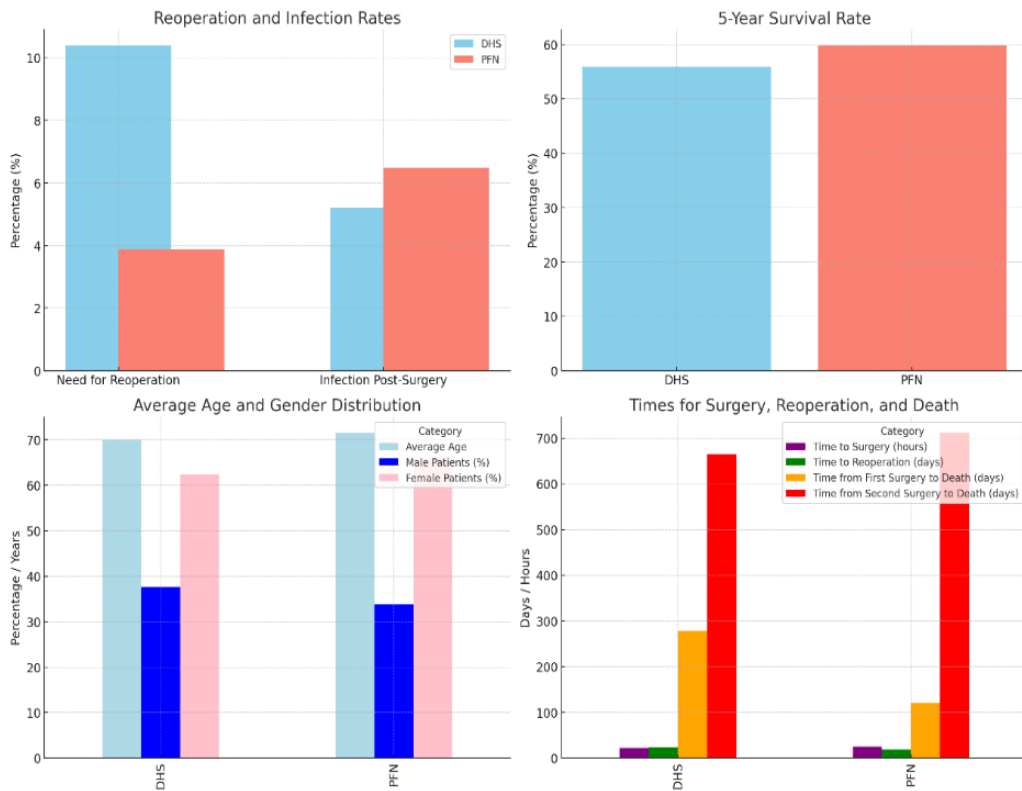
در میان بیماران زن و افراد بالای ۷۰ سال که جراحی آن‌ها با روش DHS انجام شده است، از نظر آماری تفاوت معناداری در میزان نیاز به جراحی مجدد مشاهده شد ($P\text{-value} < 0.05$) (شکل ۲ و جدول ۲).

جدول ۱: مقایسه پیامدها بین DHS و PFNA

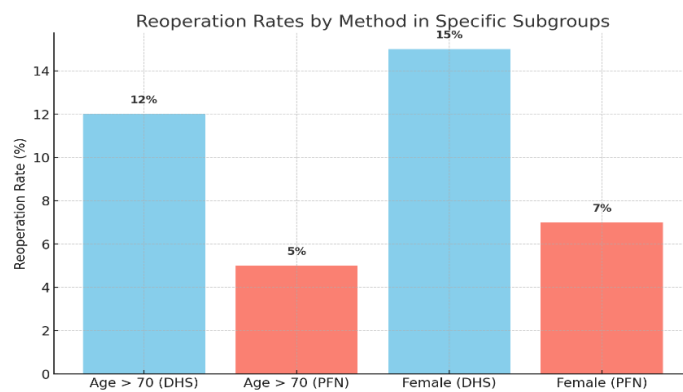
متغیر پیامد	مقدار P	گروه PFNA	گروه DHS
جراحی مجدد	۰/۱۱۸	۹۶/۱۱ (۷۴) - خیر	۸۹/۶۲ (۶۹) - خیر
		۳/۸۹ (۳) - بله	۱۰/۳۸ (۸) - بله
مرگ و میر در ۵ سال	۰/۶۲۶	۵۹/۷۵ (۴۶) - خیر	۵۵/۸۵ (۴۳) - خیر
		۴۰/۲۵ (۳۱) - بله	۴۴/۱۵ (۳۴) - بله
عفونت	۰/۷۳۱	۹۳/۵۱ (۷۲) - خیر	۹۴/۸۰ (۷۳) - خیر
		۶/۴۹ (۵) - بله	۵/۲۰ (۴) - بله
فاصله زمانی از جراحی اول تا جراحی مجدد	۰/۴۶۱	۱۸ روز	۲۳ روز
فاصله زمانی از جراحی تا مرگ	۰/۳۷۶	۱۲۰ روز	۲۷۸ روز

یادداشت: مقادیر داخل پرانتز تعداد موارد را نشان می‌دهند.

Comparison of Outcomes Between DHS and PFN Methods



شکل ۱: مقایسه نتایج دو روش DHS و PFN



شکل ۲: میزان جراحی مجدد براساس روش فیکساسیون در گروه های خاص

جدول ۲: مقایسه نتایج بر اساس عوامل مختلف

مقایسه جراحی مجدد		مقایسه عفونت		متغیر	
مقایسه مرگ و میر در ۵ سال		مقایسه عفونت		جنسیت	مرد
۰/۹۱۳	۰/۷۹۲	۰/۱۲۹	۰/۶۳۴		
۰/۰۴۱	۰/۶۳۳	---	---	سن	زن
۰/۲۳۶	۰/۱۵۱	---	---		۵۰ سال <
۰/۹۸۱	۰/۷۱۱	۰/۹۶۵	۰/۵۸۴		۵۰-۷۰ سال
۰/۰۲۲	۰/۵۱۶	۰/۳۳۵	---	فاصله زمانی از شکستگی تا جراحی	۷۰ سال >
---	۰/۷۲۵	---	---		کمتر از ۱۲ ساعت

بحث

بهتری از نظر فروپاشی واریوس، کوتاهی اندام، و توانایی انجام دادن فعالیت‌های بیرونی داشتند^(۱۰).

نتیجه‌گیری

این مطالعه نتایج درمان با روش‌های DHS و PFNA را در بیماران مبتلا به شکستگی‌های اینترتروکانتریک ران با طبقه‌بندی OTA/AO A1 و A2.1 با هم مقایسه کرد. در مجموع، ۱۵۴ بیمار بین سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۱ از نظر عفونت پس از عمل، نیاز به جراحی مجدد و میزان مرگ و میر در ۵ سال ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که بین دو روش تفاوت معناداری وجود ندارد، به جز در بیماران زن و افراد بالای ۷۰ سال که نرخ نیاز به جراحی مجدد در روش DHS بالاتر بود.

توصیه‌ها

توصیه می‌شود که مطالعات بالینی با مقیاس بزرگ‌تر انجام شود تا نتایج مرتبط با این دو روش درمانی بیشتر روشن شود.

قدردانی

نویسندگان این مقاله مایل هستند از گروه حرفه‌ای واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان شهید مدنی کرج، که در انجام دادن این پژوهش به ما کمک کردند، قدردانی کنند.

منابع

- Jonnes, C., S. Shishir, and S. Najimudeen, Type II intertrochanteric fractures: proximal femoral nailing (PFN) versus dynamic hip screw (DHS). Archives of Bone and Joint Surgery, 2016. 4(1): 23-28. PMID: PMC4733231
- Veronese, N. and S. Maggi, Epidemiology and social costs of hip fracture. Injury, 2018. 49(8):1458-1460. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2018.04.015>
- Baumgaertner, M.R., S.L. Curtin, and D.M. Lindsay, Intramedullary versus extramedullary fixation for the treatment of intertrochanteric hip fractures. Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007), 1998. 348: 87-94.
- Kim, W.-Y., et al., Failure of intertrochanteric fracture fixation with a dynamic hip screw in relation to pre-operative fracture stability and osteoporosis. International orthopaedics, 2001. 25: 360-362. <https://doi.org/10.1007/s002640100287>
- Sharma, A., A. Sethi, and S. Sharma, Treatment of stable intertrochanteric fractures of the femur with proximal femoral nail versus dynamic hip screw: a comparative study. Revista brasileira de ortopedia, 2018. 53(4): 477-481. <https://doi.org/10.1016/j.rboe.2017.07.008>
- Singh, D., et al., Comparative study of the management of intertrochanteric fracture femur with proximal femoral nail vs. the dynamic hipscrew with derotation screw in elderly population. Cureus, 2021. 13(11). DOI: 10.7759/cureus.19431

در مطالعه حاضر، دو روش جراحی DHS و PFNA در بیماران مبتلا به شکستگی‌های اینترتروکانتریک با هم مقایسه شدند. تحلیل ما نشان داد که بین این دو روش از نظر عفونت پس از عمل، نیاز به جراحی مجدد و میزان مرگ و میر در طول ۵ سال تفاوت معناداری وجود ندارد. علاوه بر این، تأثیر جنسیت، سن و فاصله زمانی بین وقوع شکستگی و جراحی در پیامدهای به‌کارگیری روش‌های DHS و PFNA بررسی شد. مشخص شد که احتمال نیاز به جراحی مجدد در بیماران زن و افراد بالای ۷۰ سال، که با روش DHS درمان شده بودند، بیشتر از بیمارانی است که با روش PFNA درمان شدند.

در مطالعه‌ای که دالچیندر سینا (Daljinder Singh) و همکاران در سال ۲۰۲۱ بر روی ۳۰ بیمار مبتلا به شکستگی اینترتروکانتریک دسته‌های A1 و A2 انجام دادند، تفاوتی بین DHS و PFNA از نظر جوش خوردگی شکستگی، مرگ و میر و عوارض پس از عمل مشاهده نشد. با این حال، PFNA درباره خونریزی، نمرات لگن هریس و تحمل وزن زود هنگام نتایج بهتری نشان داد^(۶).

به این ترتیب، در مطالعه‌ای که لی (Li) و همکاران در سال ۲۰۱۸ بر روی ۸۰ بیمار مبتلا به شکستگی اینترتروکانتریک و پوکی استخوان انجام دادند و با دو روش DHS و PFNA تحت درمان قرار گرفتند، گروهی که برای درمان آن از روش PFNA استفاده شده بود نتایج بهتری از نظر درد، نمرات لگن هریس، تراکم مواد معدنی استخوان، سرعت راه رفتن در فاصله ۱۰ متر، جوش خوردگی شکستگی و نرخ ترومبوز ورید عمقی را نشان داد^(۷).

در مطالعه‌ای فراتحلیلی در سال ۲۰۲۳ که پیجون دای (Peijun Dai) انجام داد، میزان عفونت پس از عمل در ۱/۵۷۴ بیمار تحت درمان با روش PFNA و ۱/۵۸۴ بیمار تحت درمان با روش DHS بررسی شد. مشخص شد که استفاده از روش PFNA در درمان به طور معناداری میزان عفونت پس از عمل را کاهش می‌دهد^(۸).

علاوه بر این، در مطالعه‌ای که ژیناشانگ زنگ (Xianshang Zeng) و همکاران در سال ۲۰۱۷ انجام دادند، وضعیت بیمارانی با شکستگی‌های اینترتروکانتریک پایدار که قبلاً تحت درمان با روش‌های DHS یا PFNA قرار گرفته بودند و بعدها به دلیل شکسته شدن فیکساسیون به تعویض کامل مفصل لگن نیاز پیدا کردند، تحلیل شد. اگرچه تفاوتی در نمرات لگن هریس پس از تعویض مفصل مشاهده نشد، بیمارانی که با روش DHS درمان شده بودند عوارض حین جراحی بیشتری مانند شکستگی‌های اطراف پروتز را تجربه کردند^(۹).

در مطالعه‌ای که فو-چان ژانگ (Fu-Chun Zhang) و همکاران در سال ۲۰۲۰ انجام دادند، تأثیر جایگزین‌های استخوانی در بیماران مبتلا به شکستگی اینترتروکانتریک تحت درمان با روش DHS بررسی شد. بیمارانی که جراحی با روش DHS همراه با جایگزین استخوانی انجام دادند در مقایسه با بیمارانی که تنها با روش DHS درمان شده بودند نتایج

- 7 Li, H., et al., PFNA vs. DHS helical blade for elderly patients with osteoporotic femoral intertrochanteric fractures. *European Review for Medical & Pharmacological Sciences*, 2018. 22 (1 Suppl): 1-7.
- 8 Dai, P., et al., Proximal femoral nail anti-rotation vs dynamic hip screws decrease the incidence of surgical site infections in patients with intertrochanteric fractures: A meta-analysis. *International Wound Journal*, 2023. 20(8):3212-3220. <https://doi.org/10.1111/iwj.14200>
- 9 Zeng, X., et al., Conversion to total hip arthroplasty after failed proximal femoral nail antirotations or dynamic hip screw fixations for stable intertrochanteric femur fractures: a retrospective study with a minimum follow-up of 3 years. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2017. 18:1-7. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1415-6>
- 10 Chang, F.-C., et al., The effects of bone-substitute augmentation on treatment of osteoporotic intertrochanteric fractures. *biomedical journal*, 2021. 44(6): 717-726. <https://doi.org/10.1016/j.bj.2020.05.013>

آمبولی چربی در زمینه‌های غیر ارتوپدی: مروری بر موارد بالینی و پاتوفیزیولوژی (مقاله مروری)

چکیده:

سندرم آمبولی چربی (FES) به‌طور سنتی با تروماهای ارتوپدی، به‌ویژه شکستگی‌های استخوان‌های بلند، مرتبط است، اما وقوع آن در زمینه‌های غیر ارتوپدی مانند روش‌های زیبایی، طب سوزنی و سایر مداخلات کم‌تهاجمی به عنوان یک نگرانی بالینی قابل توجه مطرح می‌شود. این مرور ادبیات موارد بالینی، پاتوفیزیولوژی و شکاف‌های دانشی مرتبط با آمبولی چربی در این زمینه‌های غیر ارتوپدی را مورد بررسی قرار می‌دهد. بیش از همه مقالات ۱۴ سال گذشته مورد بررسی قرار گرفته‌اند. این بررسی، گزارش‌های موردی موجود را بررسی کرد و مکانیزم‌هایی را که در آن‌ها گلبول‌های چربی معمولاً از طریق تخریب بافت در مناطق پرچربی وارد جریان خون می‌شوند، برجسته می‌سازد. درحالی‌که آمبولی چربی در تروماهای ارتوپدی به‌خوبی مستند شده است، خطر آن در زمینه‌های غیر تروما همچنان کمتر شناسایی شده و با چالش‌های تشخیصی و درک محدود از مکانیزم‌های دقیق همراه است. روش‌هایی مانند لیپوساکشن، پیوند چربی گلوئال و طب سوزنی در ایجاد آمبولی چربی نقش داشته‌اند و اغلب منجر به عوارض شدیدی مانند تنگی نفس و نقص‌های عصبی می‌شوند. علی‌رغم افزایش فراوانی این روش‌ها، شکاف‌های قابل‌توجهی در درک عوامل خطر، بهبود تکنیک‌های تشخیصی و بهینه‌سازی استراتژی‌های درمانی باقی مانده است. این مرور بر نیاز به افزایش آگاهی و انجام تحقیقات بیشتر به‌منظور درک بهتر آمبولی چربی در زمینه‌های غیر ارتوپدی، بهبود رویکردهای تشخیصی و توسعه اقدامات پیشگیرانه برای کاهش ریسک عوارض در عمل بالینی تأکید می‌کند.

واژگان کلیدی: آمبولی چربی، لیپوساکشن، پیوند عضو، هموگلوبینوپاتی

پذیرش مقاله: ۳۵ روز قبل از چاپ

^۱دکتر پوریا چقامیرزایی، ^۲دکتر آروین نجفی، ^۳دکتر سلمان آذر سینا، ^۴دکتر جواد کریمی رزوه، ^۵دکتر درسا هادوی،

^۶دکتر محمد هادی بحری، ^۷دکتر محمد عزیزمنش

مقدمه

آمبولی چربی از گذشته با تروما به‌ویژه شکستگی استخوان‌های بلند ارتباط دارد. قطرات چربی از مغز استخوان وارد جریان خون می‌شوند و می‌توانند به ریه، مغز یا سایر اندام‌ها منتقل شوند و باعث آمبولی شوند^(۱)، در حالی‌که آمبولی چربی به‌خوبی در زمینه تروماهای ارتوپدی به‌ویژه شکستگی استخوان‌های بلند اثبات شده است^(۲)، وقوع آن در شرایط غیرارتوپدی یک مشکل بالینی نوظهور و کمتر شناخته‌شده به شمار می‌رود. روش‌هایی - مانند تزریق فیلهای زیبایی، طب سوزنی و سایر مداخلات حداقل تهاجمی در مناطق غنی از چربی - مسیرهای جدیدی برای ایجاد آمبولی چربی فراهم کرده‌اند که اغلب بدون وجود عوامل خطر سنتی مرتبط با تروما رخ می‌دهند.

با افزایش محبوبیت روش‌های حداقل تهاجمی، مانند تزریق فیلهای زیبایی و لیپوساکشن، این مداخلات به‌طور فزاینده‌ای هم برای اهداف زیبایی و هم درمانی استفاده می‌شوند. در نتیجه، خطر آمبولی چربی - حتی در غیاب تروماهای سنتی - توجه بیشتری در عمل بالینی به خود جلب کرده است. این خطر نوظهور ضرورت افزایش آگاهی و توسعه راهبردهای پیشگیری اختصاصی در محیط‌های بالینی خارج از حوزه تروماهای ارتوپدی را برجسته می‌کند. با گسترش تمرکز به زمینه‌های غیرارتوپدی، این مطالعه مروری قصد دارد شکاف‌های مهم دانش را پر کند، خطرات مرتبط با این روش‌ها را برجسته سازد و تحقیقات بیشتری را به منظور راهنمایی برای اجرای بالینی ایمن‌تر در رشته‌های پزشکی متنوع تحریک کند.

۱. واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان شهید مدنی، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران
۲. گروه ارتوپدی، واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان شهید مدنی، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران
۳. کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۴. گروه جراحی عمومی، واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان شهید مدنی، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران

نویسنده مسئول:

دکتر محمد عزیزمنش

Email address:

Parsmedicine@gmail.com

تعریف آمبولی چربی

مکانیکی، افزایش فشار داخل مغز استخوان پس از تروما می‌تواند باعث جابه‌جایی سلول‌های چربی به سینوسوئیدهای وریدی شود، جایی که این سلول‌ها چسبندگی پلاکت‌ها و تولید فیبرین را تحریک کرده و در نهایت باعث انسداد مویرگ‌ها و بروز عوارض ریوی مانند خون‌ریزی، ادم و کولپس آلوئولی می‌شوند. سلول‌های چربی همچنین ممکن است از طریق سوراخ بیضوی باز (patent foramen ovale) وارد گردش شریانی شوند و تظاهرات سیستمیک ایجاد کنند. از نظر بیوشیمیایی، لیپازهای بافتی چربی را به اسیدهای چرب آزاد (FFA) تجزیه می‌کنند که خواص سمی و التهاب‌زا دارند و باعث آسیب ریوی می‌شوند و در ایجاد سندروم دیسترس حاد تنفسی (ARDS) اثر می‌گذارند^(۱۲).

آمبولی چربی پس از اقدامات زیبایی

آمبولی چربی پس از اقدامات زیبایی به‌خوبی اثبات شده است از جمله لیپوساکشن با پیوند چربی یا بدون آن^(۱۵-۱۷). اخیراً یک مطالعه مروری سیستماتیک درباره آمبولی چربی پس از پیوند چربی مواردی از آمبولی چربی پس از تروماهای غیرارتوپدی از سال ۱۹۸۸ را شامل ۱۳۷ بیمار گزارش کرده است^(۱۶). همچنین، آمبولی چربی پس از تزریق ویتامین E و سندروم شبیه به آمبولی چربی پس از تزریق روغن معدنی نیز در ادبیات پزشکی گزارش شده است^(۱۸،۱۹). در همه این موارد، روش‌ها شامل دستکاری مستقیم بافت چربی (لیپوساکشن) یا تزریق مواد چربی (تزریق چربی) بوده‌اند. در سال‌های اخیر، اقدامات زیبایی مانند لیپوساکشن، پیوند چربی گلوئال و تزریق فیلرهای بافت نرم با افزایش چشمگیری در محبوبیت مواجه شده‌اند، به‌ویژه در جراحی‌های زیبایی. این افزایش فراوانی در دستکاری بافت چربی با افزایش گزارش‌های آمبولی چربی همراه بوده است، به‌ویژه در مناطق پرخطر مانند ناحیه گلوئال. افزایش تقاضا برای اصلاحات زیبایی ضرورت افزایش توجه به خطرات بالقوه آمبولی چربی را برجسته می‌کند، به‌ویژه با توجه به افزایش پیچیدگی این مداخلات.

آمبولی چربی پس از اعمال جراحی غیرارتوپدی

آمبولی چربی پس از پیوند اعضا، شامل ریه، کلیه، کبد، قلب و مغز استخوان نیز گزارش شده است^(۲۰-۲۴). سازوکارهای زمینه‌ای در این موارد شامل آمبولی چربی اکتسابی از دهنده (پس از تروماهای ارتوپدی)، آمبولی چربی ناشی از کورتیکواستروئیدها و استئوز کبدی در دهنده هستند^(۲۰-۲۴). آمبولی چربی اکتسابی از دهنده خصوصاً زمانی اهمیت دارد که عضو اهداکننده دارای نشانه‌های استئوز کبدی باشد؛ وضعیتی که در آن تجمع چربی در کبد فرد اهداکننده، احتمال بروز آمبولی در طول پیوند را افزایش می‌دهد. علاوه بر این، کورتیکواستروئیدها که برای پیشگیری از رد عضو پیوندی به بیماران داده می‌شوند، می‌توانند ریسک آمبولی چربی را افزایش دهند. این داروها با تحریک آزادسازی چربی، افزایش ورود لیپید به جریان خون و اختلال در عملکرد اندوتلیال، شرایط ورود ذرات چربی به گردش خون سیستمیک را تسهیل می‌کنند^(۲۰-۲۴).

آمبولی چربی به بودن ذرات چربی در سیستم گردش خون گفته می‌شود که می‌تواند به سندروم آمبولی چربی (FES) و در نهایت سندروم التهابی سیستمیک منجر شود^(۳،۴). این ذرات چربی می‌توانند علائم بالینی متعددی ایجاد کنند که ناشی از انسداد رگ‌های خونی کوچک است^(۵). اگرچه آمبولی چربی اغلب از نظر هیستولوژیک در موارد تروما مشاهده می‌شود، اکثریت موارد آمبولی چربی زیر بالینی باقی می‌مانند و فقط درصد کمی از آن‌ها به سندروم شدید FES تبدیل می‌شوند. برآورد شده است که آمبولی چربی در حدود ۹۰ درصد بیماران پس از شکستگی استخوان‌های بلند رخ می‌دهد، اما فقط ۱ تا ۲ درصد بیماران دچار FES بالینی قابل توجه می‌شوند که نادر بودن و شدت این سندروم در افراد مبتلا را نشان می‌دهد^(۵). سندروم آمبولی چربی (FES) وضعیتی بالینی است که در آن آمبولی‌های چربی در میکروسیرکولاسیون گیر می‌کنند و به علائم سیستمیک مانند تظاهرات پوستی، اختلالات عصبی و عوارض ریوی منجر می‌شوند^(۶). این سندروم بیشتر با تروماهای ارتوپدی به‌ویژه شکستگی‌های استخوان بلند مرتبط است^(۷). مثلث کلاسیک علائم FES شامل راش پتیشیال، اختلالات عصبی و دیسترس تنفسی است، اگرچه ممکن است همیشه هم‌زمان ظاهر نشوند^(۱). دو نوع آمبولی چربی وجود دارد: آمبولی چربی میکروسکوپی (MIFE) و آمبولی چربی ماکروسکوپی (MAFE). آمبولی چربی میکروسکوپی زمانی رخ می‌دهد که چربی به صورت میکروسکوپی وارد جریان خون شود و باعث FES شود، در حالی که آمبولی چربی ماکروسکوپی زمانی ایجاد می‌شود که چربی به صورت ماکروسکوپی وارد جریان خون شود و باعث انسداد مستقیم رگ‌های خونی شود^(۸-۱۱).

آمبولی چربی در زمینه‌های غیرارتوپدی

از نظر تاریخی وقایع تروماهای ارتوپدی عامل اصلی بروز آمبولی چربی بوده است^(۱۲). با این حال، از سال ۱۹۲۷ و حتی قبل از آن، مطالعات متعددی وقوع آمبولی چربی در شرایط غیرارتوپدی را گزارش کرده‌اند^(۱۳). شرایطی مانند دیابت، بیماری‌های قلبی-عروقی و کلیوی، مواد شیمیایی مانند فسفر، کلرات پتاسیم یا منوکسید کربن، عفونت‌های حاد منجر به توکسمی، سوختگی، سپسیس، الکلیسم مزمن، پانکراتیت، سل و سرطان (کارسینوماتوز و سارکوماتوز) می‌توانند افراد را مستعد آمبولی چربی کنند^(۱۳). برای مثال، شرایطی مانند پانکراتیت، آزادسازی اسیدهای چرب آزاد و اختلال در سدهای بافتی می‌تواند به شکل‌گیری آمبولی‌های چربی کمک کند. به همین ترتیب، در سپسیس، اختلال میکروسیرکولاسیون و التهاب سیستمیک ریسک آمبولی چربی را افزایش می‌دهد، اغلب همراه با سایر عوامل خطر^(۱۴،۱۶). از آن زمان، چندین مورد آمبولی چربی یا سندروم آمبولی چربی پس از تروماهای غیرارتوپدی گزارش شده است. جدول ۱ خلاصه‌ای از علل و سازوکارهای پیشنهادی آمبولی چربی پس از شرایط غیرمرتبط با شکستگی استخوان را ارائه می‌دهد. پاتوفیزیولوژی آمبولی چربی شامل سازوکارهای مکانیکی و بیوشیمیایی است. از منظر

جدول ۱: علل و سازوکارهای پیشنهادی آمبولی چربی پس از شرایط غیرمرتبط با شکستگی استخوان

علت	سازوکار پیشنهادی
اقدامات زیبایی (مانند لیپوساکشن، پیوند چربی)	اختلال در بافت چربی باعث آزاد شدن ذرات چربی به داخل گردش خون وریدی/شریانی می‌شود.
تزریق فیلر بافت نرم/طب سوزنی	پارگی سلول‌های چربی یا انسداد عروقی ناشی از سوزن کاری به آمبولیزاسیون منجر می‌شود.
تزریق ویتامین E/روغن معدنی	تزریق مستقیم مواد چربی به عروق باعث آمبولیزاسیون و عوارض سیستمیک می‌شود.
پیوند عضو	آمبولی چربی مرتبط با دهنده: انتقال از اندام دهنده (مثلاً پس از تروما) آمبولی ناشی از کورتیکواستروئید: تحرک چربی تحریک شده توسط مصرف استروئید استئوز کبدی دهنده: آزاد شدن چربی از کبد دهنده در حین پیوند
نمونه‌برداری از مغز استخوان	اختلال مغز استخوان در حین بیوپسی باعث ورود ذرات چربی به جریان خون می‌شود.
تالاسمی β -سلول داسی شکل	بحران‌های وازوکلوزیو یا نکروز مغز استخوان باعث آزاد شدن ذرات چربی به گردش خون سیستمیک می‌شود.
سپسیس، سوختگی و پانکراتیت	پاسخ التهابی سیستمیک به تحرک چربی واسطه شده توسط سایتوکین‌ها و آمبولیزاسیون منجر می‌شود.
قرارگیری در معرض مواد سمی (مانند فسفر، کلرات پتاسیم، مونوکسید کربن)	آسیب سلولی بافت چربی را مختل می‌کند و باعث آزاد شدن ذرات چربی و آمبولیزاسیون می‌شود.
بیماری‌های مزمن (مانند دیابت، سرطان، سل)	التهاب مزمن و آسیب بافتی باعث تحرک چربی به داخل جریان خون می‌شود.

است (۳۱-۳۳). این موارد اغلب شامل مداخلاتی در مناطق غنی از چربی مانند ناحیه گلوتهال یا کمر پایین هستند، جایی که اختلال بافتی می‌تواند ذرات چربی را وارد گردش خون کند.

در مقایسه با آمبولی چربی در سایر زمینه‌های غیرارتوپدی، مانند اقدامات زیبایی، عدم انتقال مستقیم چربی تشخیص و مدیریت را پیچیده‌تر می‌کند. گزارش‌های موردی نشان می‌دهند که، با وجود شیوع کم، آمبولی چربی پس از سوزن کاری ممکن است با دیسترس تنفسی حاد و اختلالات عصبی بروز کند، که به مداخلات فوری نیاز دارد و ضرورت تحقیقات بیشتر برای شناسایی اقدامات پیشگیرانه را برجسته می‌سازد.

پیامدهای بالینی و جهت‌گیری‌های آینده

افزایش آگاهی درباره آمبولی چربی در زمینه‌های غیرارتوپدی، اهمیت تشخیص زودهنگام و راهبردهای پیشگیرانه در عمل بالینی را برجسته می‌سازد. تحقیقات آینده باید بر تبیین دقیق سازوکارهای آمبولی چربی در سناریوهای غیرتروماتیک، بهبود روش‌های تشخیصی و افزایش راهنمایی‌هایی برای کاهش خطر در اقدامات پرخطر متمرکز شوند.

بررسی نقش آسیب بافتی، اندازه سوزن و عوامل اختصاصی بیمار در بروز آمبولی چربی اهمیت ویژه‌ای دارد. علاوه بر این، مطالعات بیشتر باید استفاده از تکنیک‌های تصویربرداری برای تشخیص زودهنگام را ارزیابی کنند و نقش مداخلات دارویی در بهبود نتایج بیماران مبتلا را بهتر تعریف کنند.

همچنین، آمبولی چربی پس از بیوپسی مغز استخوان از خاجی لگنی نیز گزارش شده است. در این موارد، FES به عنوان عارضه اکتسابی ناشی از آسپیراسیون و بیوپسی مغز استخوان تشخیص داده شد؛ زیرا شروع علائم بلافاصله پس از انجام بیوپسی بود و سایر تشخیص‌های جایگزین رد شدند (۲۵).

آمبولی چربی در بیماران مبتلا به هموگلوبینوپاتی

چندین مورد سندروم آمبولی چربی (FES) در بیماران مبتلا به تالاسمی β -سلول داسی شکل در ادبیات پزشکی گزارش شده است (۲۶-۳۰). سندروم آمبولی چربی FES در هموگلوبینوپاتی‌ها، به‌ویژه بیماری سلول داسی شکل، ناشی از استرس مکانیکی ناشی از بحران‌های وازوکلوزیو است. این بحران‌ها باعث انسداد ریزعروق می‌شوند و در نتیجه موجب آسیب ایسکمیک به مغز استخوان و بافت چربی می‌شوند. در طول این وقایع، ذرات چربی از مغز استخوان آزاد می‌شوند و وارد گردش خون می‌شوند که باعث تشدید آمبولی سیستمیک می‌شود. تعامل ویژه همولیز، ایسکمی و نکروز مغز استخوان در این بیماران، حساسیت آن‌ها به آمبولی چربی را افزایش می‌دهد، به‌ویژه زمانی که با سایر عوامل مستعدکننده مانند عفونت‌ها یا تروما همراه باشد (۳۰).

آمبولی چربی پس از سوزن کاری بدون تزریق چربی

اگرچه آمبولی چربی پس از روش‌های سوزن کاری بدون تزریق چربی نادر است، اما با نتایج شدید از جمله نارسایی تنفسی و مرگ مرتبط بوده

شکاف‌های دانشی در آمبولی چربی در زمینه‌های غیرارتوپدی

با وجود افزایش شناخت آمبولی چربی در زمینه‌های غیرارتوپدی، همچنان شکاف‌های دانشی چشمگیر و مهمی مشاهده می‌شود که پیشگیری، تشخیص و مدیریت مؤثر را محدود می‌کنند. یکی از چالش‌های اصلی کمبود داده‌های جامع درباره سازوکارهای دقیق بروز آمبولی چربی در این زمینه‌های غیرتروماتیک است. در حالی که پاتوفیزیولوژی آمبولی چربی در تروماهای ارتوپدی به خوبی شناخته شده است، عوامل خاصی که باعث ورود ذرات چربی به جریان خون در روش‌هایی مانند طب سوزنی، تزریق فیبرهای زیبایی و سوزن کاری بدون تزریق چربی می‌شوند کمتر شناخته شده هستند. این مداخلات که اغلب در مناطق غنی از چربی و دارای عروق فراوان انجام می‌شوند ممکن است از طریق سازوکارهایی که هنوز کاملاً تعریف نشده‌اند به بروز آمبولی چربی کمک کنند.

علاوه بر این، تحقیقات محدودی درباره شیوع و بروز آمبولی چربی در زمینه‌های غیرارتوپدی وجود دارد. بیشتر مطالعات بر گزارش‌های موردی یا گروه‌های کوچک بیماران تمرکز دارند که این امر تعمیم یافته‌ها و تدوین راهنمایی‌های بالینی روشن را دشوار می‌سازد. برای درک بهتر ابعاد واقعی آمبولی چربی در این زمینه‌ها و شناسایی عوامل خطر پیش‌ساز به مطالعات بزرگ‌تر و چندمرکزی نیاز است. متغیرهای کلیدی مانند همراهی‌های بیماری‌های زمینه‌ای بیمار، تکنیک‌های مداخله‌ای (برای مثال، اندازه سوزن، عمق تزریق) و مناطق آناتومیک درگیر هنوز در خصوص خطر آمبولی چربی کاملاً بررسی نشده‌اند.

یکی دیگر از شکاف‌های دانشی مهم چالش‌های تشخیصی مرتبط با آمبولی چربی در زمینه‌های غیرارتوپدی است. در حالی که تکنیک‌های تصویربرداری و معیارهای بالینی برای آمبولی چربی ناشی از تروما به خوبی تثبیت شده‌اند، کاربرد آن‌ها در موارد ناشی از مداخلات غیرتروماتیک کاملاً اثبات نشده است. نیاز به تحقیقات بیشتر در زمینه نشانه‌ها یا روش‌های تصویربرداری تشخیصی زودهنگام وجود دارد تا آمبولی چربی را در مراحل زیر بالینی یا اولیه تشخیص دهد، به‌ویژه در مواردی که سه‌گانه کلاسیک علائم (راش پتیچیتال، اختلال عصبی و دیسترس تنفسی) ظاهر نمی‌شوند.

افزون بر این، شواهد محدودی درباره راهبردهای درمانی بهینه برای آمبولی چربی در زمینه‌های غیرارتوپدی وجود دارد. در حالی که مراقبت حمایتی، از جمله حمایت تنفسی و ونتیلاسیون مکانیکی، همچنان ستون فقرات درمان به شمار می‌رود، اثربخشی مداخلات مختلف مانند کورتیکواستروئیدها یا درمان ضدانعقادی در این موارد خاص هنوز مشخص نیست. نیاز به کارآزمایی‌های بالینی بیشتر برای ارزیابی ایمنی و کارآمدی روش‌های درمانی مختلف وجود دارد. همچنین، باید نقش احتمالی اقدامات پیشگیرانه در مداخلات پرخطر بررسی شود.

در نهایت، پیامدهای طولانی‌مدت بیماران دچار آمبولی چربی پس از اقدامات غیرارتوپدی هنوز کاملاً درک نشده است، در حالی که نرخ بقای

کوتاه‌مدت اغلب گزارش می‌شود، داده‌های جامع درباره عوارض بلندمدت مانند اختلالات مزمن ریوی یا عصبی در دسترس نیست. درک تأثیر طولانی‌مدت آمبولی چربی در این بیماران برای برنامه‌ریزی مراقبت‌های پیگیری و بهبود نتایج بالینی اهمیت بالایی دارد.

نتیجه‌گیری

آمبولی چربی، که از گذشته با تروماهای ارتوپدی ارتباط داشته است، به‌طور فزاینده‌ای در زمینه‌های غیرارتوپدی مانند اقدامات زیبایی، طب سوزنی و سایر مداخلات حداقل تهاجمی شناخته می‌شود. در حالی که سازوکارهای بروز آمبولی چربی در این سناریوها هنوز کاملاً درک نشده است، توانایی ذرات چربی برای ورود به جریان خون از طریق اختلال بافتی در نواحی غنی از چربی توجه بالینی را به خود جلب کرده است. با وجود افزایش گزارش‌های موردی، شکاف‌های دانشی چشمگیری در خصوص پاتوفیزیولوژی دقیق، عوامل خطر، روش‌های تشخیصی و راهبردهای درمان بهینه آمبولی چربی در زمینه‌های غیرارتوپدی همچنان وجود دارد.

افزایش شیوع مداخلاتی که بافت چربی را دستکاری می‌کنند و نبود دستورالعمل‌های استاندارد، نیاز فوری به تحقیقات بیشتر برای روشن شدن سازوکارهای آمبولی چربی، شناسایی جمعیت‌های در معرض خطر و توسعه اقدامات پیشگیرانه مؤثر را نشان می‌دهد. مطالعات آینده باید بر بهبود تشخیص زودهنگام، ارتقای تکنیک‌های تشخیصی و تدوین پروتکل‌های بالینی متمرکز شوند تا اقدامات ایمن‌تر در حوزه‌های مختلف پزشکی تضمین شود.

قدردانی

نویسندگان از واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان شهید مدنی کرج برای همکاری‌هایشان سپاسگزاری می‌کنند.

منابع

- 1 Rothberg DL, Makarewich CA. Fat Embolism and Fat Embolism Syndrome. J Am Acad Orthop Surg. 2019;27(8):e346-e55.10.5435/jaaos-d-17-00571
- 2 Kalbas Y, Seaver T, Kumabe Y, Halvachizadeh S, Lempert M, Pfeifer R, et al. Fat embolism syndrome in patients with bilateral femur fractures: a systematic review and case comparison. OTA Int. 2022;5(2 Suppl):e187.10.1097/oi9.000000000000187
- 3 Scarpino M, Lanzo G, Lolli F, Grippo A. From the diagnosis to the therapeutic management: cerebral fat embolism, a clinical challenge. Int J Gen Med. 2019;12:39-48.10.2147/ijgm.S177407
- 4 Adeyinka A, Pierre L. Fat Embolism. StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing Copyright © 2023, StatPearls Publishing LLC.; 2023.
- 5 Ross AP. The fat embolism syndrome: with special reference to the importance of hypoxia in the syndrome. Ann R Coll Surg Engl. 1970;46(3):159-171. PMID: PMC2387738

- 6 Kwiatt ME, Seamon MJ. Fat embolism syndrome. *International Journal of Critical Illness and Injury Science*. 2013;3(1):64-68. 10.4103/2229-5151.109426
- 7 Kosova E, Bergmark B, Piazza G. Fat Embolism Syndrome. *Circulation*. 2015;131(3):317-320.10.1161/CIRCULATIONAHA.114.010835
- 8 Peña W, Cárdenas-Camarena L, Bayter-Marin JE, McCormick M, Durán H, Ramos-Gallardo G, et al. Macro Fat Embolism After Gluteal Augmentation With Fat: First Survival Case Report. *Aesthet Surg J*. 2019;39(9): NP380-NP383.10.1093/asj/sjz151
- 9 Durán H, Cárdenas-Camarena L, Bayter-Marin JE, Ramos-Gallardo G, Robles-Cervantes JA. Microscopic and Macroscopic Fat Embolism: Solving the Puzzle with Case Reports. *Plast Reconstr Surg*. 2018;142(4):569e-577e.10.1097/prs.0000000000004810
- 10 Bayter-Marin JE, Cárdenas-Camarena L, Aguirre-Serrano H, Durán H, Ramos-Gallardo G, Robles-Cervantes JA. Understanding Fatal Fat Embolism in Gluteal Lipoinjection: A Review of the Medical Records and Autopsy Reports of 16 Patients. *Plast Reconstr Surg*. 2018;142(5):1198-1208.10.1097/prs.0000000000004904
- 11 Cárdenas-Camarena L, Durán H, Robles-Cervantes JA, Bayter-Marin JE. Critical Differences between Microscopic (MIFE) and Macroscopic (MAFE) Fat Embolism during Liposuction and Gluteal Lipoinjection. *Plast Reconstr Surg*. 2018;141(4):880-890.10.1097/prs.0000000000004219
- 12 Timon C, Keady C, Murphy CG. Fat Embolism Syndrome - A Qualitative Review of its Incidence, Presentation, Pathogenesis and Management. *Malays Orthop J*. 2021;15(1):1-11.10.5704/moj.2103.001
- 13 Lehman EP, Moore RM. Fat embolism: including experimental production without trauma. *Archives of Surgery*. 1927;14(3):621-662. 10.1001/archsurg.1927.01130150002001
- 14 Bentaleb M, Abdulrahman M, Ribeiro-Junior MAF. Fat embolism: the hidden murder for trauma patients! *Rev Col Bras Cir*. 2024;51:e20243690.10.1590/0100-6991e-20243690-en
- 15 Chaghamirzayi P. Comment on Kao et al. Pulmonary Fat Embolism Following Liposuction and Fat Grafting: A Review of Published Cases. *Healthcare* 2023, 11, 1391. *Healthcare* (Basel). 2024;12(13).10.3390/healthcare12131326
- 16 Chaghamirzayi P, Abdi H, Rozveh JK, Nejad MA, Azizmanesh M. Fat embolism following fat grafting: A systematic review of reported cases. *JPRAS Open*. 2024.10.1016/j.jpura.2024.10.012
- 17 Kao Y-M, Chen K-T, Lee K-C, Hsu C-C, Chien Y-C, editors. Pulmonary fat embolism following liposuction and fat grafting: a review of published cases. *Healthcare*; 2023;10(11):1391 10.3390/healthcare11101391
- 18 Hjort M, Hoegberg LC, Almind M, Jansen T. Subacute fat-embolism-like syndrome following high-volume intramuscular and accidental intravascular injection of mineral oil. *Clin Toxicol (Phila)*. 2015;53(4):230-232.10.3109/15563650.2015.1013195
- 19 Mendoza-Morales RC, Camberos-Nava EV, Luna-Rosas A, Garcés-Ramírez L, De la Cruz F, García-Dolores F. A fatal case of systemic fat embolism resulting from gluteal injections of vitamin e for cosmetic enhancement. *Forensic Sci Int*. 2016;259:e1-e4.10.1016/j.forsciint.2015.11.012
- 20 Rosenfeld DM, Smith ML, Seamans DP, Giorgakis E, Gaitan BD, Khurmi N, et al. Fatal diffuse pulmonary fat microemboli following reperfusion in liver transplantation with the use of marginal steatotic allografts. *American Journal of Transplantation*. 2019;19(9):2640-2645. 10.1111/ajt.15399
- 21 Schober R, Herman M. neuropathology of cardiac transplantation survey of 31 cases. *The Lancet*. 1973;301(7810):962-967. 10.1016/S0140-6736(73)91600-0
- 22 Lipton JH, Russell JA, Burgess KR, Hwang WS. Fat embolization and pulmonary infiltrates after bone marrow transplantation. *Med Pediatr Oncol*. 1987;15(1):24-27.10.1002/mpo.2950150106
- 23 Rossi M, L'Imperio V, Garces J, Fogo AB. The Case| Acute kidney injury after liver and kidney transplantation. *Kidney International*. 2020;97(4):813-814. 10.1016/j.kint.2019.10.013
- 24 Glorion M, Sarsam M, de Wolf J, Sage E. Successful management of donor-acquired fat embolism after lung transplantation. *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery*. 2021;33(1):158-160. 10.1093/icvts/ivab051
- 25 Madeira D, Orfão A, Matos C, Vasconcelos P. Fat Embolism: A Rare Complication of Bone Biopsy. *Cureus*. 2023;15(9):e44765.10.7759/cureus.44765
- 26 Mossa-Basha M, Izbudak I, Gurda GT, Aygun N. Cerebral fat embolism syndrome in sickle cell anaemia/ β -thalassemia: Importance of susceptibility-weighted MRI. *Clin Radiol*. 2012;67(10):1023-1026.10.1016/j.crad.2012.03.001
- 27 May J, Sullivan JC, LaVie D, LaVie K, Marques MB. Inside Out: Bone Marrow Necrosis and Fat Embolism Complicating Sickle- β Thalassemia. *Am J Med*. 2016;129(12):e321-e324.10.1016/j.amjmed.2016.05.027
- 28 Filippatou AG, Naveed M, Barry DP, Deboer SR, Haas CJ. Sickle cell disease and fat embolism: a rare complication of vaso-occlusive crisis. *Pract Neurol*. 2022;22(5):410-412.10.1136/practneurol-2021-003166
- 29 Budhathoki N, Timilsina S, Ram B, Marks D. Bone marrow necrosis and fat embolism syndrome: a near fatal complication in previously undiagnosed sickle beta + thalassaemia. *BMJ Case Rep*. 2021;14(1).10.1136/bcr-2020-238317
- 30 Sangani V, Pokal M, Balla M, Merugu GP, Khokher W, Gayam V, et al. Fat Embolism Syndrome in Sickle Cell β -Thalassemia Patient With Osteonecrosis: An Uncommon Presentation in a Young Adult. *J Investig Med High Impact Case Rep*. 2021;9.10.1177/23247096211012266
- 31 Xu L, Tan X, Chen X, Du S, Yue X, Qiao D. Rare, fatal pulmonary fat embolism after acupuncture therapy: A case report and literature review. *Forensic Sci Int*. 2023;345:111619.10.1016/j.forsciint.2023.111619
- 32 Uz İ, Yalçın S, Efe M. Fat embolism syndrome after gluteal augmentation with hyaluronic acid: A case report. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*. 2020;26(6):960-962.10.14744/tjtes.2019.08433
- 33 Coronado-Malagón M, Visoso-Palacios P, Arce-Salinas CA. Fat embolism syndrome secondary to injection of large amounts of soft tissue filler in the gluteal area. *Aesthet Surg J*. 2010;30(3):448-40.10.1177/1090820x10373381

مقایسه روش جراحی فیکساتور خارجی همراه با پلاک در مقایسه با پلاک به تنهایی در درمان شکستگی‌های خرد شده داخل مفصلی دیستال رادیوس

چکیده:

مقدمه: شکستگی دیستال رادیوس شایع‌ترین شکستگی در اندام فوقانی است. مطالعات زیادی در مورد جنبه‌های مختلف درمان این بیمار انجام شده است، اما هنوز توافق نظری در مورد اینکه کدام روش درمانی ارجح است وجود ندارد. هدف ما مقایسه روش درمانی ترکیبی فیکساتور خارجی و پلاک با پلاک به تنهایی می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این کارآزمایی بالینی تصادفی (RCT)، بیماران با شکستگی دیستال رادیوس با طبقه‌بندی C2 و C3.1 AO/OTA به‌طور تصادفی به دو گروه پلاک لاکینگ به تنهایی (شاهد) و فیکساتور خارجی همراه با پلاک (مداخله) تقسیم شدند. سپس بیماران از نظر نتایج رادیولوژیک و بالینی در هفته اول، هفته سوم، هفته ششم، ماه ششم و ماه نهم پس از جراحی مورد ارزیابی قرار گرفتند. ناتوانی‌های زودرس بازو، شانه و دست (qDASH) و نمره مقیاس بینایی آنالوگ (VAS) برای بررسی استفاده شدند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS استفاده شد. رضایت آگاهانه از بیماران گرفته شد.

نتایج و بحث: ۵۲ بیمار (۲۶ نفر در هر گروه) وارد مطالعه شدند. میانگین سنی در گروه کنترل ۴۲ سال و در گروه مداخله ۴۱ سال بود. نمره (qDASH) در گروه کنترل ۳۵ و در گروه مداخله ۳۸ بود که این تفاوت بین دو گروه معنی‌دار نبود. بر اساس نمره (VAS) نیز تفاوت معنی‌داری بین دو گروه از نظر میزان درد مشاهده نشد. همچنین معیارهای رادیولوژیکی شامل ارتفاع رادیوس و شیب ولار، بین دو گروه تفاوت معنی‌داری نداشت ($P < 0.05$).

نتیجه‌گیری: با یکسان بودن نتایج پلاک به تنهایی با فیکساتور خارجی همراه با پلاک در شکستگی‌های C2, C3، انتهای رادیوس - استفاده از پلاک به تنهایی توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: شکستگی دیستال رادیوس، تثبیت شکستگی، فیکساتورهای خارجی، فیکساتورهای داخلی

پذیرش مقاله: ۳۶ روز قبل از چاپ

دکتر آروین نجفی،^۱ دکتر میلاد بهزادی،^۲ دکتر سلمان آذرینا،^۱ دکتر محمد سجاد میرحسینی،^۱ دکتر محمد شیبانی،^۱
دکتر درساهادی،^۴ دکتر الهه خندان

مقدمه

اغلب ترمیم آناتومیک سطح مفصلی دلیل اصلی درمان با جراحی است. مطالعات بسیاری ارتباط نایکسانی در سطح مفصل - حتی به اندازه یک میلی‌متر - را با نتایج بدتر نشان داده‌اند. باین‌حال، گزارش‌های دیگر بین آرتروز دیده‌شده در تصاویر رادیوگرافی و نتایج بالینی هیچ ارتباطی نیافته‌اند. کیفیت استخوان نیز متغیری اساسی در انتخاب نوع درمان به شمار می‌رود و با توانایی در دستیابی به جاناندازی و حفظ آن در آینده ارتباط دارد.^(۱) مطالعات بالینی و بیومکانیکی مشخص کرده‌اند که خمیدگی کفدستی (Palmar tilt) و ارتفاع استخوان رادیوس (Radial height) از مهم‌ترین عوامل رادیولوژیکی مؤثر در نتایج درمان هستند.^(۲) به نظر می‌رسد که فیکساتور خارجی با بهره‌گیری از لیگامنتوتاکسیس (ligamentotaxis) نیروی محوری وارد بر انتهای دیستال استخوان رادیوس را خنثی می‌کند و به این ترتیب از فرورفتگی سطح مفصلی و در نتیجه کوتاه شدن آن، به‌ویژه در نمونه‌های خردشدگی شدید، جلوگیری می‌کند.^(۳) مقایسه بین فیکساتور خارجی و فیکسسیون باز و داخلی نشان داده است که در فیکسسیون داخلی قدرت مشت بیشتر، دامنه حرکتی بهتر و تهوع کمتر است.^(۴) در فراتحلیل مقایسه‌ای کارآزمایی‌های بالینی این نتیجه به دست آمد که فیکسسیون باز و داخلی با چرخش بهتر ساعد (سوپیناسیون)، ترمیم خمیدگی کفدستی و نتایج بالینی بهتر همراه است، در حالی که قدرت مشت بهتر و خم‌شدگی مچ بیشتری در بیماران تحت درمان با فیکساتور خارجی دیده شده است.^(۵) در نمونه‌هایی که سطح مفصلی در گیرالگوهای خردشدگی است، دستیابی به ترمیم بهینه سطح مفصلی تنها با استفاده از فیکساتور خارجی دشوار است. به همین دلیل، استفاده از فیکسسیون پلاک‌های قابل‌گسترش رو به افزایش است و در مجموع در کوتاه‌مدت با نتایج خوبی همراه است. اما این روش‌ها، در بلندمدت، با فرورفتگی سطح مفصلی و کوتاه شدن استخوان رادیوس روبه‌رو شده‌اند.^(۶)

۱. گروه جراحی ارتوپدی، واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان شهید مدنی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران
۲. کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده پزشکی، واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان شهید مدنی، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران
۳. واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان شهید مدنی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران
۴. کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

نویسنده مسئول:

دکتر محمد سجاد میرحسینی

Email address:

smirortho@gmail.com

جوش‌نخوردگی بر اساس یافته‌های رادیولوژی و معاینه در ششمین ماه تشخیص داده شد و معیارهای بد-جوش‌خوردگی، بر اساس تصاویر رادیولوژی در نهمین ماه، ملاک اندازه‌گیری و تحلیل ما بودند.

در همه ویزیت‌های پس از جراحی، شواهد عفونت در مسیر پین و همچنین عفونت در محل جراحی (عفونت در محل برش برای قرار دادن پلاک) و بروز سندروم درد منطقه‌ای پیچیده (CRPS) بررسی شدند.

متغیرهای پایه شامل سن، جنسیت و شاخص توده بدنی (BMI) از پرونده‌های بیماران استخراج و در الگوهای آماری وارد و تعدیل شدند تا عوارض مخدوش‌کننده آن‌ها از بین بروند. ارزیابی عملکرد بیماران در ویزیت نهمین ماه با استفاده از پرسش‌نامه qDASH و ارزیابی درد در ویزیت ششمین ماه با پرسش‌نامه VAS انجام شد. در صورتی که بیمار سواد کافی نداشت، سؤالات پرسش‌نامه به صورت شفاهی مطرح می‌شد. پرسش‌نامه به صورت ناشناس بود و به شرکت‌کنندگان گفته شد اگر تمایل داشتند می‌توانند در این تحقیق شرکت کنند.

تحلیلگر داده‌ها به صورت کور (blinded) بود، به طوری که نمی‌دانست بیماران به کدام گروه مطالعه تعلق دارند. برای نمونه‌گیری از روش تصادفی‌سازی بلوکی (Block randomization) استفاده شد. ابتدا بلوک‌هایی به صورت (AA, BB)، (AA, BB)، (BB, AA)، (AB, BA)، (BA, AB)، (AB, BA)، (AB, BA) و (BA, BA) در نرم‌افزار اکسل تهیه شدند که در آن حرف A نشان‌دهنده گروه مداخله و حرف B نشان‌دهنده گروه کنترل بود. سپس، یکی از این بلوک‌ها به طور تصادفی انتخاب شد و، بر اساس توالی حروف A و B در بلوک انتخاب‌شده، بیماران واجد شرایط به گروه‌های مربوطه اختصاص داده شدند. این فرایند تصادفی انتخاب بلوک‌ها و تخصیص بیماران تا رسیدن به حجم نمونه مورد نظر ادامه یافت.

نتایج

در مجموع، ۵۲ نفر شامل ۳۶ نفر (۶۹/۲ درصد) مرد و ۱۶ نفر (۳۰/۸ درصد) زن در مطالعه شرکت کردند (جدول ۱ و ۲، شکل ۱ و ۲). میانگین سن بیماران در گروه کنترل (فقط پلاک) برابر با $42/27 \pm$ و در گروه مداخله (پلاک همراه با فیکساتور خارجی) برابر با $41/15 \pm$ سال بود. میانگین شاخص توده بدنی (BMI) بیماران در گروه کنترل $24/919 \pm$ و در گروه مداخله $24/750 \pm$ سال بود. گزارش شد. از نظر طبقه‌بندی AO/OTA، ۳۳ شکستگی شامل ۱۸ مورد در گروه کنترل و ۱۵ مورد در گروه مداخله از نوع C2 بودند و ۱۹ شکستگی شامل ۸ مورد در گروه کنترل و ۱۱ مورد در گروه مداخله از نوع C3.1 بودند.

جوش‌نخوردگی پس از ۶ ماه و عفونت محل جراحی (SSI) در هیچ‌یک از بیماران مشاهده نشد. دو نفر از بیماران گروه مداخله دچار عفونت مسیر پین شدند که با آنتی‌بیوتیک‌های خوراکی و شست‌شوی محل پین درمان شدند و به خارج کردن پین نیاز نداشتند. همچنین، یک بیمار در گروه مداخله دچار سندروم درد منطقه‌ای پیچیده (CRPS) شد که در نهایت با

بنابراین، تصمیم گرفتیم این فرضیه را ارزیابی کنیم که آیا کاربرد هم‌زمان فیکساتور خارجی و پلاک می‌تواند یکسانی مطلوبی در سطح مفصلی با کمک پلاک ایجاد کند و از فرورفتگی و در نتیجه کوتاه شدن استخوان رادیوس جلوگیری کند یا نه. همچنین، اگر این فرضیه رد شود، می‌توانیم از صرف هزینه‌ی اضافی استفاده از فیکساتور خارجی در این نوع شکستگی‌ها جلوگیری کنیم.

مواد و روش‌ها

در این آزمون کنترل‌شده تصادفی (RCT)، بیمارانی با شکستگی‌های داخل مفصلی و خردشده در ناحیه دیستال رادیوس، که از اسفند ۱۴۰۱ تا اسفند ۱۴۰۲ به بخش اورژانس بیمارستان شهید مدنی کرج مراجعه کردند، واجد شرایط ورود به مطالعه بودند. معیارهای ورود به این کارآزمایی شامل شکستگی‌های حاد داخل مفصلی و خردشده در ناحیه دیستال رادیوس از نوع C2 و C3.1 بر اساس طبقه‌بندی AO/OTA، تسلط بر گفتار و درک زبان فارسی، رضایت آگاهانه برای شرکت در مطالعه و سن بین ۱۸ تا ۶۰ سال بود. معیارهای نداشتن ویژگی‌های ورود به مطالعه شامل موارد زیر بود: وجود نمونه‌های منع جراحی، شکستگی پاتولوژیک، پوکی استخوان زودرس، سوءمصرف مواد مخدر و الکل، شکستگی باز نوع ۲ و ۳ بر اساس طبقه‌بندی گاستیلو-آندرسون (Gastillo-Anderson)، شکستگی هم‌زمان (به‌استثنای شکستگی زائده استیلوئید اولنا (ulna styloid))، بیمارانی که احتمال همکاری نکردن یا حضور نیافتن در پیگیری‌های تعیین‌شده را داشتند و همچنین بیماران مبتلا به تروماهای متعدد. بیماران انتخاب‌شده به صورت تصادفی به دو گروه تقسیم شدند: گروه اول (کنترل) تحت درمان جراحی با پلاک قفل‌شونده (از نوع T یا آناتومیک) قرار گرفتند و گروه دوم (مداخله)، علاوه بر پلاک قفل‌شونده، فیکساسیون آن‌ها با فیکساتور خارجی یک‌طرفه نیز انجام شد. تمام جراحی‌ها را دو جراح، که از اعضای هیئت علمی مرکز آموزشی درمانی شهید مدنی یا دستیاران ارشد آن‌ها بودند، انجام دادند. در تمامی اقدامات جراحی، از رویکرد اصلاح‌شده‌ی هنری (Modified Henry approach) استفاده شد و معیارهایی قابل قبول برای جاندازی و فیکساسیون شامل بازسازی سطح مفصلی، بازگرداندن خمیدگی ناحیه دیستال رادیوس و ارتفاع مناسب رادیوس بر اساس مقادیر ذکرشده به دست آمد.

سپس، وضعیت بیماران در هفته اول و مجدداً در هفته سوم، هفته ششم، ششمین ماه و نهمین ماه پس از جراحی پیگیری شد. در هر ویزیت پس از عمل، وضعیت بیماران از نظر نتایج رادیولوژیکی و بالینی ارزیابی شد. بررسی‌های رادیولوژیک برای تشخیص جوش‌نخوردگی (non-union) و بد-جوش‌خوردگی (malunion) با معیارهای خمیدگی کف‌دستی (Palmar tilt) و ارتفاع رادیوس در ویزیت‌های هفته اول، سوم و ششم و همچنین در ویزیت نهمین ماه مطابق با پروتکل معمول جراحان مرکز انجام شد و بنابراین هزینه اضافی بر بیمار تحمیل نشد.

به چهار دسته تقسیم شد: طبیعی ($< 20^\circ$)، اختلال عملکرد خفیف ($20^\circ - 39^\circ$)، اختلال عملکرد متوسط ($40^\circ - 60^\circ$) و اختلال عملکرد شدید ($> 60^\circ$). همچنین، بین دو گروه مطالعه از نظر سطح اختلال عملکرد تفاوت معناداری مشاهده نشد. علاوه بر این، بیشترین تعداد بیماران در هر دو گروه و میانگین نمرات هر دو گروه در محدوده اختلال عملکرد خفیف ($20^\circ - 39^\circ$) قرار داشت.

میانگین نمره VAS در گروه کنترل (فقط پلاک) برابر با $2/08 \pm 1/129$ و در گروه مداخله (پلاک همراه با فیکساتور خارجی) برابر با $2/19 \pm 1/234$ بود که این تفاوت از نظر آماری معنادار نبود ($p = 0/726$). در هر دو گروه مداخله (پلاک + فیکساتور خارجی) و کنترل (پلاک)، نمره و سطح عملکرد و میزان درد در شکستگی‌های نوع C2 به‌طور چشمگیری بهتر از شکستگی‌های نوع C3.1 بود ($p = 0/05$).

دارودرمانی خوراکی و فیزیوتراپی بهبود یافت. تفاوت فراوانی عفونت محل جراحی و CRPS بین دو گروه مطالعه معنادار نبود.

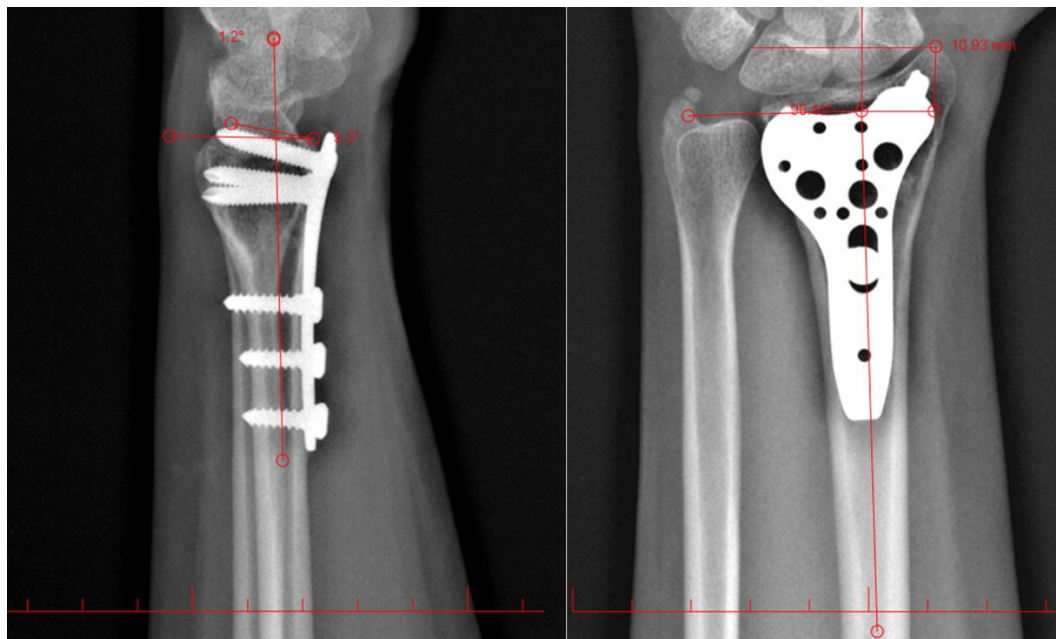
ارتفاع رادیوس در گروه کنترل میانگین $10/62$ میلی‌متر با انحراف معیار $2/154$ و در گروه مداخله میانگین $9/81$ میلی‌متر با انحراف معیار $2/154$ بود. همچنین، خمیدگی کف‌دستی/پشتی (palmar/dorsal tilt) در گروه کنترل میانگین $12/08$ درجه با انحراف معیار $9/629$ و در گروه مداخله میانگین $12/15$ درجه با انحراف معیار $8/633$ بود. تفاوت میانگین ارتفاع رادیوس و خمیدگی کف‌دستی/پشتی بین دو گروه مطالعه از نظر آماری معنادار نبود. میانگین نمره qDASH در گروه کنترل (فقط پلاک) برابر با $35/750 \pm 13/0673$ و در گروه مداخله (پلاک همراه با فیکساتور خارجی) برابر با $38/335 \pm 14/4556$ بود که این تفاوت از نظر آماری معنادار نبود ($p = 0/502$). سطح اختلال عملکرد بر اساس نمره qDASH

جدول ۱: مقایسه داده‌های پایه و بالینی بین دو گروه مطالعه

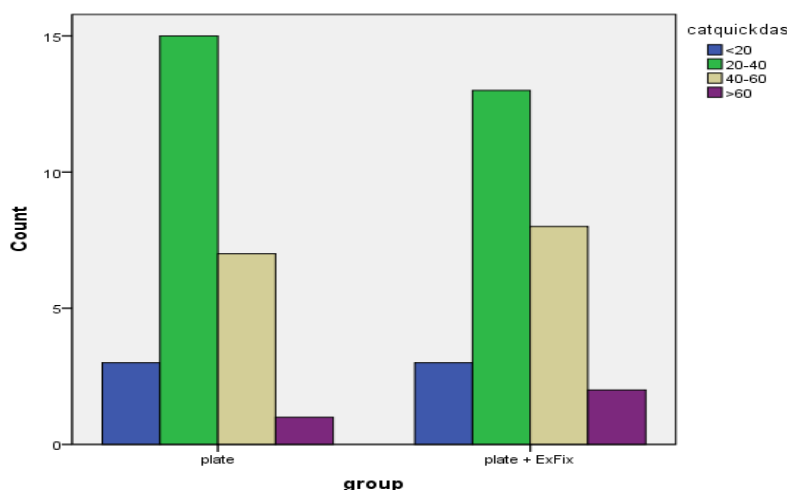
P value	گروه‌ها		متغیرها	
	مداخله (پلاک + ExFix)	کنترل (پلاک)		
	۴۱/۱۵ ± ۱۴/۱۸	۴۲/۲۷ ± ۱۲/۹۲	سن (سال)	
	۲۴/۷۵ ± ۳/۶۱	۲۴/۹۱ ± ۴/۳۶	BMI (kg/m ²)	
	۱۸ (٪ ۶۹/۲)	۱۵ (٪ ۵۷/۷)	C2	نوع شکستگی
	۸ (٪ ۳۰/۸)	۱۱ (٪ ۴۲/۳)	C3.1	
-	.	.	جوشن نخوردگی	
۱/۰۰۰	.	۲	عفونت	
۱/۰۰۰	.	۱	CRPS	
۰/۲۵۵	۲/۸۵ ± ۱۰/۶۲	۲/۱۵ ± ۹/۸۱	ارتفاع رادیوس (میلی‌متر)	
۰/۹۷۶	۸/۶۳ ± ۱۲/۱۵	۹/۶۲ ± ۱۲/۰۸	خمیدگی کف‌دستی/پشتی (درجه)	
۰/۵۰۲	۱۴/۴۵ ± ۳۸/۳۳	۱۳/۰۶ ± ۳۵/۷۵	qDASH نمره	
	۳ (٪ ۱۱/۵)	۳ (٪ ۱۱/۵)	طبیعی	اختلال عملکرد
	۱۳ (٪ ۵۰)	۱۵ (٪ ۵۷/۷)	خفیف	
	۸ (٪ ۳۰/۶)	۷ (٪ ۲۶/۹)	متوسط	
	۲ (٪ ۷/۷)	۱ (٪ ۲/۸)	شدید	
۰/۷۲۶	۱/۲۳ ± ۲/۱۹	۱/۱۲ ± ۲/۰۸	VAS	

جدول ۲: مقایسه نمرات عملکرد و درد بر اساس نوع شکستگی در هریک از گروه‌های مطالعه

P value	طبقه‌بندی AO/OTA		متغیرها	گروه‌ها
	C2 (n = 18)	C3.1 (n = 8)		
	$32/60 \pm 9/76$	$42/83 \pm 17/15$	نمره q-DASH	کنترل (پلاک)
	$1/94 \pm 0/99$	$2/38 \pm 1/40$	VAS	
	$31/57 \pm 12/00$	$47/55 \pm 12/59$	نمره q-DASH	مداخله (پلاک + ExFix)
	$1/67 \pm 1/23$	$2/91 \pm 0/83$	VAS	



شکل ۱: ارتفاع رادیوس (سمت راست) و خمیدگی کفدستی (سمت چپ) در رادیوگرافی بیماری ۳۱ ساله با شکستگی نوع C2، ۹ ماه پس از جراحی (به ترتیب معادل ۱۰/۹ میلی‌متر و ۹ درجه)



شکل ۲: میزان اختلال عملکرد بر اساس نمره qDASH در هریک از گروه‌های مطالعه

بحث

اکثر نویسندگان به این نتیجه رسیده‌اند که شکستگی‌های داخل مفصلی همراه با جابه‌جایی بهتر است با جاندازی باز و فیکساسیون با پلاک قفل‌شونده درمان شوند تا، علاوه بر به دست آوردن جاندازی مناسب‌تر، فیکساسیون قوی‌تری نیز ایجاد شود که این امر به شروع زودتر حرکات پس از عمل و بازگشت سریع‌تر به فعالیت‌های روزمره منجر می‌شود^(۸،۹). البته باید توجه داشت که در موارد شکستگی‌های شدید خردشده نمی‌توان به‌صورت طبیعی از پلاک قفل‌شونده استفاده کرد و قطعات کوچک را با پیچ‌ها فیکس کرد. بنابراین، در این موارد (انواع C3.2 و C3.3) درمان‌های جایگزینی مانند فیکساتور خارجی یا پلاک‌های spanning به کار می‌رود^(۱۰). در مطالعه ما، این شکستگی‌های شدید

شکستگی انتهای دیستال استخوان رادیوس شایع‌ترین شکستگی اندام فوقانی است و سالانه هزینه زیادی را به سیستم بهداشت و درمان و افراد تحمیل می‌کند. با وجود مطالعات متعدد انجام‌شده در این زمینه، هنوز توافق کلی درباره روش مدیریت این شکستگی‌ها وجود ندارد و هیچ‌یک از گزینه‌های درمانی موجود قدرت توصیه‌چندانی ندارند^(۷).

در این مطالعه، ما به انواع خاصی از شکستگی‌های انتهای دیستال رادیوس (نوع C2 و C3.1) پرداخته‌ایم. در شکستگی‌های داخل مفصلی که با متافیز خردشده همراه هستند، گاهی دستیابی به نتیجه مطلوب دشوار است.

که در سطح رضایت بیماران تأثیر می‌گذارند، بررسی شد تا دیدگاهی جامع از زوایای مختلف درمان ارائه شود.

جوش‌خوردگی در بیماران مشاهده نشد. اما، با توجه به طبیعت متافیزی استخوان، وقوع این مشکل به‌طور طبیعی کمتر محتمل است. سندروم درد منطقه‌ای پیچیده (CRPS)، که در گروه مداخله رخ داد، ممکن است به‌دلیل کشش بیش از حد توسط فیکساتور خارجی باشد که این موضوع در مطالعه Kaempffe FA و همکاران نیز ذکر شده است^(۱۲). معیارهای رادیولوژیکی مطالعه شامل ارتفاع رادیوس و خمیدگی کف‌دستی بین دو گروه تفاوت معناداری نداشتند.

موضوع اینکه معیارهای رادیولوژیکی جوش‌خوردگی نامناسب (malunion) لزوماً با نتایج بالینی بیمار مرتبط نیستند یکی از نقاط بحث‌برانگیز در مطالعات مختلف است. برای مثال، مطالعه چن وای آر (Chen YR) و همکاران نشان داده است که تغییرات کوچک در این معیارها با نتایج بالینی ضعیف‌تر همراه است^(۱۳)، درحالی‌که مطالعات دیگری مانند مطالعه سین ای‌جی (Synn AJ) و همکاران نشان داده‌اند که، حتی در وجود تغییرشکل‌های شدید، ممکن است نتایج بالینی عالی‌ای حاصل شود^(۱۴).

نتایج رادیولوژیکی مطالعه ما در تضاد با نتایج مطالعه هان (Han) و همکاران بود که نتیجه گرفتند این ترکیب درمانی احتمال جابه‌جایی مجدد پس از جراحی و کوتاهی رادیوس را کاهش می‌دهد، هرچند در برخی نتایج، مانند عملکرد مچ، تفاوتی در آن مطالعه مشاهده نشد که مشابه یافته‌های مطالعه ما است. به نظر می‌رسد اختلاف بین نتایج رادیولوژیکی و بالینی، که در برخی مطالعات گزارش شده است، توجیه‌کننده این موضوع باشد^(۱۵).

نتیجه‌گیری

نتایج بالینی بیماران با شکستگی‌های داخل‌مفصلی همراه با خردشدگی (انواع C2 و C3.1)، در گروهی که تنها با پلاک درمان شدند، تفاوت معناداری با گروهی که با پلاک به همراه فیکساتور خارجی درمان شدند نداشت. بنابراین، با توجه به هزینه کمتر، راحتی بیشتر بیمار و بروز نکردن عوارض خاص ناشی از فیکساتور خارجی، به نظر می‌رسد استفاده صرف از پلاک گزینه بهتری باشد و از تحمیل درمان‌های اضافی بدون توجیه بالینی بهتر است خودداری کرد.

تأییدیه اخلاقی

این مطالعه را کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی البرز تأیید کرده و این مطالعه مطابق با بیانیه هلسینکی انجام شده است.

رضایت آگاهانه

رضایت آگاهانه از تمامی بیماران گرفته شد. همچنین، تمامی نویسندگان رضایت خود را برای انتشار مقاله اعلام کردند.

خردشده حذف شدند. یکی از مسائلی که در نتایج بالینی شکستگی‌های داخل‌مفصلی با خردشدگی انتهای رادیوس تأثیر می‌گذارد کوتاهی طول رادیوس در بلندمدت پس از درمان جراحی است. «استفاده کمکی از فیکساتور خارجی» همراه با پلاک‌های آناتومیک (که در شکستگی‌های داخل‌مفصلی جابه‌جاشده باید به کار روند) می‌تواند با ایجاد طول و تراز مناسب از طریق لیگامانوتاکسی^(۳) از این کوتاهی در آینده جلوگیری کند و این موضوع یکی از فرضیات ما در این مطالعه بود. از سوی دیگر، در صورت رد شدن این فرضیه، با کنار گذاشتن استفاده از این دستگاه می‌توان هزینه جراحی بیمار را کاهش داد.

در این آزمون بالینی تصادفی، سطح عملکرد دست پس از عمل (که مهم‌ترین متغیر ما بود)، که در نهمین ماه پس از جراحی ارزیابی شد، تفاوت معناداری بین گروه درمان‌شده با فقط پلاک (گروه کنترل) و گروه درمان‌شده با پلاک به‌علاوه فیکساتور خارجی (گروه مداخله) نشان نداد. نتایج بالینی در گروه کنترل حتی به‌صورت عددی کمی بهتر بود (اگرچه این تفاوت معنادار نبود) که احتمالاً به‌دلیل شروع زودتر حرکات بیمار و بازگشت سریع‌تر به فعالیت‌ها در این گروه بوده است. همچنین، گروه کنترل دچار عوارض مربوط به فیکساتور خارجی مانند عفونت مسیر پین و سندروم درد منطقه‌ای پیچیده (CRPS) نشد (البته این تفاوت نیز معنادار نبود) و، از ناحیه وجود دستگاه خارجی، ناراحتی نداشت، بلکه آسایش داشت.

نتایج مربوط به میزان درد بین دو گروه تفاوت معناداری نشان نداد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که، با توجه به هزینه‌ها و راحتی بیماران، تکنیک جراحی استفاده از تنها پلاک برای تثبیت شکستگی‌های انتهای رادیوس توصیه می‌شود. در خصوص سطح عملکرد بیماران، نتایج مطالعه ما با مطالعه پرادهان و همکاران (۲۰۱۰) در تضاد است. آن‌ها دریافتند که بهترین نتایج با استفاده ترکیبی از فیکساتور خارجی و داخلی به دست می‌آید. به نظر می‌رسد این اختلاف نتایج به‌دلیل جمعیت آماری کوچک مطالعه آن‌ها (درمجموع ۲۲ نفر) باشد^(۱۱).

ما بر این باور هستیم که نقشی که بیش از نتایج بالینی و رادیولوژیکی (ازجمله فرورفتگی سطح مفصلی و در نتیجه کوتاهی رادیوس) اهمیت دارد، علاوه بر بازسازی سطح مفصلی مناسب، ارتفاع رادیوس و خمیدگی کف‌دستی مناسب در زمان جراحی، ایجاد حمایت کافی در ناحیه زیر کندرال در حین جراحی است (در صورت نیاز با استفاده از پیوند استخوان)، به‌دلیل طبیعت خردشده شکستگی و وجود فشردگی متافیزی و ترمیم نقص‌های استخوانی، این موضوع درواقع مشابه آن چیزی است که در شکستگی‌های تیبیا پروگزیمال گفته می‌شود.

نکته اساسی دیگر، که احتمالاً در درمان این شکستگی‌ها اهمیت بیشتری دارد، قرارگیری دقیق پیچ‌های دیستال و تلاش برای ایجاد فشردگی هرچه بیشتر بین قطعات شکستگی است؛ زیرا این پیچ‌ها با سازوکار قفل‌شونده خود تا حد زیادی از حرکت پس از عمل جلوگیری می‌کنند.

برخلاف اکثر مطالعاتی که تعداد متغیرهای کمتری را بررسی کرده‌اند، در مطالعه ما تلاش شده است تا اکثر عوارض شایع مرتبط با این شکستگی‌ها،

قدردانی

نویسندگان تمایل دارند از گروه حرفه‌ای واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان شهید مدنی کرج، که ما را در انجام این پژوهش یاری کردند، صمیمانه تشکر کنند.

منابع

- 8 Rozental TD, Blazar PE, Franko OI, Chacko AT, Earp BE, Day CS. Functional outcomes for unstable distal radial fractures treated with open reduction and internal fixation or closed reduction and percutaneous fixation: a prospective randomized trial. *JBJS*. 2009;91(8):1837-1846. DOI: 10.2106/JBJS.H.01478
- 9 Rockwood CA. Rockwood and Green's fractures in adults: Lippincott; 1991;2.
- 10 Ginn TA, Ruch DS, Yang CC, Hanel DP. Use of a distraction plate for distal radial fractures with metaphyseal and diaphyseal comminution. *JBJS*. 2006;88(1):29-36. DOI: 10.2106/JBJS.E.01094
- 11 Pradhan R, Lakhey S, Pandey B, Manandhar R, Rijal K, Sharma S. External and internal fixation for comminuted intra-articular fractures of distal radius. *Kathmandu University Medical Journal*. 2009;7(4):369-373.
- 12 Kaempffe FA, Walker KM. External fixation for distal radius fractures: effect of distraction on outcome. *Clinical Orthopaedics and Related Research*(1976-2007).2000;380:220-225.
- 13 Chen Y, Xie R, Tang J. In vivo changes in the lengths of carpal ligaments after mild dorsal angulation of distal radius fractures. *Journal of Hand Surgery (European Volume)*. 2015;40(5):494-501. <https://doi.org/10.1177/1753193413517070>
- 14 Synn AJ, Makhni EC, Makhni MC, Rozental TD, Day CS. Distal radius fractures in older patients: is anatomic reduction necessary? *Clinical Orthopaedics and Related Research*®. 2009;467(6):1612-1620. <https://doi.org/10.1007/s11999-008-0660-2>
- 15 Chung KC, Kim HM, Haase SC, Lawton J, Ozer K, Waljee JF, et al. Reflections 1 year into the 21-center national institutes of health-funded wrist study: a primer on conducting a multicenter clinical trial. *Journal of Hand Surgery*. 2013;38(6):1194-1201.
- 1 Azar FM, Canale ST, Beaty JH. *Campbell's Operative Orthopaedics*, E-Book: Elsevier Health Sciences; 2020.
- 2 Stirling E, Jeffery J, Johnson N, Dias J. Are radiographic measurements of the displacement of a distal radial fracture reliable and reproducible? *The bone & joint journal*. 2016;98(8):1069-1073. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.98B8.37469>
- 3 Vidal J, Buscayret C, Fischbach C, Brahini B, Paron M, Escare P. New method of treatment of comminuted fractures of the lower end of the radius: "ligamentary taxis". *Acta orthopaedica Belgica*. 1977;43(6):781-789. PMID: 613725
- 4 Huang T-L, Huang C-K, Yu J-K, Chiu F-Y, Liu H-T, Liu C-L, et al. Operative treatment of intra-articular distal radius fractures using the small AO external fixation device. *Journal of the Chinese Medical Association*. 2005;68(10):474-478. [https://doi.org/10.1016/S1726-4901\(09\)70077-2](https://doi.org/10.1016/S1726-4901(09)70077-2)
- 5 Wei DH, Poolman RW, Bhandari M, Wolfe VM, Rosenwasser MP. External fixation versus internal fixation for unstable distal radius fractures: a systematic review and meta-analysis of comparative clinical trials. *Journal of orthopaedic trauma*. 2012;26(7):386-394. DOI: 10.1097/BOT.0b013e318225f63c
- 6 Han L, Jin C, Yan J, Han S, He X, Yang X. Effectiveness of external fixator combined with T-plate internal fixation for the treatment of comminuted distal radius fractures. *Genet Mol Res*. 2015;14(1):2912-2919.
- 7 Lichtman DM, Bindra RR, Boyer MI, Putnam MD, Ring D, Slutsky DJ, et al. Treatment of distal radius fractures. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2010;18(3):180-189.

بررسی معیارهای رادیولوژیکی و یافته‌های بالینی در بیماران قبل و بعد از استئوتومی اسمیت-پترسون برای اصلاح ناهنجاری ستون فقرات بزرگسالان

چکیده:

مقدمه: هدف از این مطالعه بررسی معیارهای رادیولوژیکی و یافته‌های بالینی در بیماران قبل و بعد از استئوتومی اسمیت-پترسون برای اصلاح ناهنجاری ستون فقرات بزرگسالان است.

مواد و روش‌ها: یک مطالعه سری موردی است. داده‌ها به صورت گذشته‌نگر از پرونده بیماران تهیه و استخراج شود. معیارهای ورود به مطالعه عبارت بودند از: سن بالای ۱۸ سال، انجمن بیهوشی آمریکا کلاس خطر ASA III یا کمتر و کاندیدای جراحی انتخابی استئوتومی اسمیت-پترسون با نشانه اصلی اصلاح ناهنجاری ستون فقرات ساژیتال در سه سال گذشته. تمام رادیوگرافی‌ها و پرسشنامه‌های مربوط به درمان بالینی در آن زمان گنجانده شده است. همه بیماران قبل از جراحی تحت رادیوگرافی دیجیتال کامل ایستاده قرار گرفتند. پارامترهای رادیوگرافی و بالینی شامل موارد زیر از پرونده بیماران قبل از عمل و ۱ ماه بعد از عمل استخراج شدند. اطلاعات دموگرافیک و بالینی برای هر بیمار به دست آمد: سن، جنس، شاخص توده بدنی (BMI) و... ابتدا اطلاعات پرسشنامه کدگذاری شده و وارد نرم‌افزار SPSS گردید. سطح معنی‌داری کمتر از ۵ درصد در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث: ۱۰ بیمار که شرایط ورود به مطالعه را داشتند مورد بررسی قرار گرفتند. میزان تغییر در SAV قبل و بعد از اصلاح بدشکلی بعد از عمل به طور معنی‌داری کاهش یافته است ($P < 0.0001$)، میزان بروز لگن نیز از ۵۱/۷ به ۵۲/۵ بعد از جراحی افزایش یافته است که از نظر آماری معنی‌دار نیست (۰.۲۶۹). شیب لگن پس از جراحی از ۲۸/۷ به ۲۳/۵ کاهش یافت ($P = 0.002$). شیب ساکرال از ۲۳/۵ به ۲۹/۴ افزایش یافت ($P = 0.002$). لوردوز کمری نیز پس از جراحی از ۸/۵ به ۴۲/۱ افزایش یافت ($P < 0.0001$). میزان کیفوز قفسه سینه نیز پس از جراحی از ۲۴/۴ به ۲۵/۲ افزایش یافت ($P = 0.003$). کاهش معنی‌داری در VAS از ۷.۷ به ۳/۱ بعد از جراحی مشاهده شد ($P < 0.0001$).

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج نشان داده شده است که اصلاح ناهنجاری با روش استئوتومی اسمیت-پترسون می‌تواند وضعیت بالینی و رادیوگرافیک بیماران را در یک پیگیری کوتاه مدت بهبود بخشد.

واژگان کلیدی: ستون فقرات، استئوتومی، رادیوگرافی

پذیرش مقاله: ۳۸ روز قبل از چاپ

دکتر بابک میرزاشاهی،^۱ دکتر محمدجواد دهقانی فیروزآبادی،^۱ دکتر سعید پناهی،^۲ دکتر سلمان آذرینا،^۳ دکتر مهدی تیبوتور،^۴ دکتر فرناز حاج طالبی،^۴ دکتر رومینا بسیج

مقدمه

ناهنجاری‌های ستون فقرات در بزرگسالان (ASDs) به دلایل متعددی ایجاد می‌شوند که موجب ناتوانی و کاهش کیفیت زندگی مرتبط با سلامت (HRQoL) می‌گردند^(۱،۲). با افزایش جمعیت سالمند و توسعه‌ی روش‌های نوین پزشکی و جراحی، جراحی ناهنجاری ستون فقرات افزایش یافته است^(۳-۵). محرک اصلی برای انجام جراحی در بدشکلی ستون فقرات، کاهش عملکرد و بروز علائم بالینی است^(۶)، نه شدت ناهنجاری در تصاویر رادیوگرافی. اصلاح هم‌راستایی ساجیتال رادیوگرافی با نتایج مطلوب همراه بوده است^(۷) و مقادیر بهینه‌ی وابسته به سن برای اصلاح، با مقایسه‌ی داده‌های تصویربرداری و پیامدهای گزارش شده توسط بیمار (PROMs) تعیین شده‌اند^(۸). هدف اصلی جراحی ایجاد هم‌راستایی اسکلتی است، اما کنترل ساجیتال همچنان یک چالش محسوب می‌شود و ممکن است نتیجه‌ی مطلوب رادیوگرافیک در اثر افزایش سن یا بروز عوارض مکانیکی از دست برود. در مقایسه با تعویض مفصل ران و زانو، جراحی ASD نتایج ضعیف‌تری داشته است^(۹). با این حال، رضایت بیماران از درمان جراحی به طور گسترده بررسی نشده و یافته‌ها در مورد نتایج رادیوگرافیک و PROMs متناقض بوده‌اند. تکنیک‌های جراحی و انتخاب بیماران در قرن بیست و یکم پیشرفت چشمگیری داشته است. به همین دلیل، الگوریتم‌های کنترل ریسک برای انتخاب بیماران توسعه یافته‌اند^(۱۰،۹).

۱. گروه جراحی ارتوپدی، مجتمع بیمارستانی امام خمینی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۲. گروه جراحی ارتوپدی، واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان شهید مدنی، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران
۳. کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده پزشکی، گروه جراحی ارتوپدی، واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان شهید مدنی، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران
۴. کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران

نویسنده مسئول:

دکتر مهدی تیبوتور

Email address:
Fdmj11269@gmail.com

نتایج

در این مطالعه، تعداد ۱۰ بیمار که واجد شرایط ورود به پژوهش بودند مورد بررسی قرار گرفتند (شکل ۱). ویژگی‌های بالینی و دموگرافیک بیماران در جدول ۱ گزارش شده است.

یافته‌های رادیوگرافیک نشان داد که پس از جراحی تغییرات قابل توجهی رخ داده است. محور ساجیتال عمودی (SVA) پس از اصلاح بدشکلی به طور معنی‌داری کاهش یافت ($p < 0.0001$).

شیب لگنی (Pelvic Incidence) از $7/51^\circ$ درجه قبل از عمل به $5/52^\circ$ درجه پس از عمل افزایش یافت، اما این تغییر از نظر آماری معنی‌دار نبود ($p = 0.269$). انحراف لگن (Pelvic Tilt) از $7/28^\circ$ به $5/23^\circ$ درجه کاهش یافت ($p = 0.002$), در حالی که شیب خاجی (Sacral Slope) از $5/23^\circ$ به $4/29^\circ$ درجه افزایش نشان داد ($p = 0.002$).

همچنین، لوردوز کمری (Lumbar Lordosis) به طور قابل توجهی از $5/8^\circ$ درجه پیش از جراحی به $1/42^\circ$ درجه پس از جراحی بهبود یافت ($p < 0.0001$). کیفوز توراسیک (Thoracic Kyphosis) نیز به طور معنی‌داری از $4/24^\circ$ به $2/25^\circ$ درجه افزایش یافت ($p = 0.003$).

از نظر بالینی، نتایج با بهبود رادیوگرافیک همخوانی داشت. نمره مقیاس دیداری آنالوگ (VAS) برای درد، از میانگین $7/7$ قبل از جراحی به $1/3$ پس از جراحی کاهش معنی‌دار نشان داد ($p < 0.00001$) (جدول ۲).



شکل ۱: بیمار مرد ۵۶ ساله با بدشکلی شدید در صفحه **
ساجیتال که تحت استئوتومی پونته چهار سطحی قرار گرفت و
اصلاح بسیار خوبی حاصل شد. پارامترهای رادیوگرافیک شامل
شیب لگن، انحراف لگن، شیب خاجی، لوردوز کمری، کیفوز S.V.A
و PI-LL (Cervical Lordosis) توراسیک، لوردوز گردنی
قبل و بعد از جراحی گزارش شده‌اند SRS-22r پرسش‌نامه

همچنین تکنیک‌های جراحی با حداقل تهاجم معرفی شده‌اند، هرچند کاهش قابل توجهی در میزان عوارض نداشته‌اند (۱۱). در گذشته، استئوتومی‌ها یک روش لوکس محسوب می‌شدند و تنها در محدود مراکز ستون فقرات انجام می‌شدند؛ اما امروزه حتی استئوتومی‌های پیچیده نیز روزانه در بسیاری از مراکز انجام می‌شوند.

این امر به دلیل افزایش تعداد دوره‌های آموزشی و فلوشیپ‌ها، سطح مهارت جراحان ستون فقرات را بالا برده است. انواع اصلی استئوتومی به ترتیب افزایش پیچیدگی عبارت‌اند از: استئوتومی اسمیت-پیترسن (SPO) استئوتومی برداشت ساقه (PSO) استئوتومی استخوان-دیسک-استخوان (BDBO) برداشت کامل ستون مهره‌ای (VCR). هدف از این مطالعه بررسی معیارهای رادیولوژیک و یافته‌های بالینی در بیماران قبل و بعد از عمل استئوتومی اسمیت-پیترسن برای اصلاح ناهنجاری ستون فقرات در بزرگسالان است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش یک مطالعه‌ی مجموعه موارد (Case Series) است. داده‌ها به صورت گذشته‌نگر (Retrospective) از پرونده بیماران استخراج و آماده شدند. معیارهای ورود به مطالعه عبارت بودند از: سن بالاتر از ۱۸ سال، طبقه‌بندی خطر انجمن بیهوشی آمریکا (ASA) کلاس III یا پایین‌تر، و کاندیدای جراحی انتخابی استئوتومی اسمیت-پیترسن با اندیکاسیون اصلی اصلاح بدشکلی ساجیتال ستون فقرات در سه سال اخیر. در این بازه، تمامی رادیوگرافی‌ها و پرسش‌نامه‌های مربوط به درمان بالینی بیماران بررسی شدند.

تمام بیماران پیش از عمل، تحت رادیوگرافی دیجیتال ستون فقرات در وضعیت ایستاده کامل قرار گرفتند. پارامترهای رادیوگرافیک و بالینی، شامل موارد زیر، از پرونده بیماران استخراج شدند: قبل از عمل، و یک ماه پس از عمل (از پرونده‌ها و فکس‌ها). همچنین اطلاعات جمعیت‌شناختی و جراحی برای هر بیمار به طور کامل ثبت گردید. ابتدا داده‌های به دست آمده از پرسشنامه‌ها کدگذاری و در نرم‌افزار SPSS وارد شدند. متغیرهای کمی به صورت میانگین $\pm$ انحراف معیار (SD) و متغیرهای کیفی به صورت فراوانی و درصد گزارش گردیدند. سطح معنی‌داری کمتر از $0.05/0.05$ ($p < 0.05$) در نظر گرفته شد.

برای تحلیل داده‌ها، در صورت وجود توزیع نرمال از آزمون‌های پارامتریک و در صورت عدم وجود توزیع نرمال از آزمون‌های ناپارامتریک استفاده شد. به منظور بررسی ارتباط میان شاخص‌های رادیولوژیک و یافته‌های بالینی قبل و بعد از جراحی، از آزمون تی زوجی بهره گرفته شد.

همچنین، برای بررسی تأثیر متغیرهای زمینه‌ای بر پیامدهای بالینی، با توجه به نوع متغیرها از تحلیل رگرسیون استفاده گردید. تمامی تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شدند و آزمون‌های آماری متناسب در هر مورد به کار گرفته شدند.

جدول ۱: بررسی ویژگی‌های دموگرافیک بیماران مورد مطالعه

متغیرها	فراوانی (درصد)	
جنسیت	F	۴(۴۰/۰)
	M	۶(۶۰/۰)
تعداد سطوح فیوژن شده	۵/۰۰	۲(۲۰/۰)
	۷/۰۰	۳(۳۰/۰)
	۹/۰۰	۵(۵۰/۰)
تعداد سطوح استئوتومی	۳/۰۰	۱(۱۰/۰)
	۴/۰۰	۷(۷۰/۰)
	۵/۰۰	۱(۱۰/۰)
	۶/۰۰	۱(۱۰/۰)
سطوح استئوتومی	۱۱/۱۲/۱۳/۱۴	۱(۱۰/۰)
	L۱/L۲/L۳/L۴	۱(۱۰/۰)
	L۲/L۳/L۴/L۵	۲(۲۰/۰)
	L۳/L۴/L۵	۱(۱۰/۰)
	L۳/L۴/L۵/S۱	۱(۱۰/۰)
	T۱۱-T۱۲/L۱/L۲/L۳	۱(۱۰/۰)
	T۱۲/L۱/L۲/L۳	۲(۲۰/۰)
	T۱۲/L۱/L۲/L۳/L۴/L۵	۱(۱۰/۰)
سخت‌افزار، شکست	خیر	۱۰(۱۰۰/۰)
آرتریت کاذب	خیر	۱۰(۱۰۰/۰)
عوارض	خیر	۸(۸۰/۰)
	نورولوژیک	۱(۱۰/۰)
	خیر - عفونت سطحی	۱(۱۰/۰)
بستری مجدد	خیر	۹(۹۰/۰)
	بله	۱(۱۰/۰)
Pjk/djk	خیر	۱۰(۱۰۰/۰)
سن		۵۳/۵ ± ۱۲/۲۴
BMI		۲۸/۲ ± ۳/۳۹
خونریزی		۶۶۰/۰ ± ۱۲۳/۰۱
مدت پیگیری (F.U)		۱۷/۲۰ ± ۹/۳۵
زمان عمل جراحی (OR)		۱۷۱/۵ ± ۲۹/۰۶

جدول ۲: بررسی ویژگی‌های بالینی بیماران قبل و بعد از جراحی

متغیرها	انحراف معیار میانگین	P-value
SVA پیش از عمل	۱۵/۴۰ ± ۳/۸۳	۰/۰۰۰۱
SVA پس از عمل	۴/۳۰ ± ۲/۲۱	
شیب لگن پیش از عمل	۵۱/۷ ± ۸/۳۲	/۲۶۹
شیب لگن پس از عمل	۵۲/۵۰ ± ۸/۸۰	
انحراف لگن پیش از عمل	۲۸/۷۰ ± ۵/۸۱	۰/۰۰۲

	انحراف لگن پس از عمل	$23/50 \pm 3/68$
۰/۰۰۲	شیب خاجی پیش از عمل	$23/50 \pm 9/48$
	شیب خارجی پس از عمل	$29/40 \pm 7/73$
۰/۰۰۰	لوردوز کمری پیش از عمل	$8/50 \pm 14/68$
	لوردوز کمری پس از عمل	$42/10 \pm 7/03$
۰/۰۰۳	کیفوز توراسیک پیش از عمل	$24/40 \pm 14/50$
	کیفوز توراسیک پس از عمل	$35/20 \pm 7/43$
۰/۰۰۰۱	VAS پیش از عمل	$7/70 \pm 1/05$
	VAS پس از عمل	$3/10 \pm 1/87$

بحث

در صورتی که درمان محافظه‌کارانه مؤثر واقع نشود، ممکن است در بیماران دارای درد شدید کمر و پاها، درمان جراحی مدنظر قرار گیرد. بدشکلی شدید یا پیشرونده همراه با عدم تعادل تنه، از اندیکاسیون‌های اصلاح بدشکلی با ابزارگذاری و فیوژن ستون فقرات محسوب می‌شود^(۵۶). در موارد اسکولیوز شدید با ناهم‌راستایی ساجیتال، در صورتی که فضای بین مهره‌ای قابل تحرک باقی مانده باشد، ممکن است استئوتومی اسمیت-پیترسن یا پونته انجام شود؛ در حالی که در بدشکلی‌های شدید و غیرقابل انعطاف، از استئوتومی برداشت نامتقارن ساقه (PSO) استفاده می‌شود^(۷). مطالعات نشان داده‌اند که درمان جراحی اسکولیوز بزرگسالان می‌تواند کیفیت زندگی بیماران را در میان‌مدت و بلندمدت بهبود بخشد^(۸). با این حال، تکنیک‌های جراحی بسیار متنوع هستند و برنامه‌ریزی اختصاصی برای هر بیمار باید چندین عامل را مدنظر قرار دهد: سن و وضعیت سلامت بالینی، بیماری‌های همراه، و بدشکلی سه‌بعدی ستون فقرات^(۹). جراحی ناهنجاری‌های ستون فقرات بزرگسالان (ASD) در دهه گذشته افزایش یافته است، با وجود اینکه نرخ عوارض در جمعیت سالمندان نسبتاً بالا است. شیوع کلی عوارض پس از جراحی در پیگیری یک‌ساله ۱۳ درصد و در پیگیری پنج‌ساله ۳۰ درصد گزارش شده است^(۸،۱۰). عوارض مکانیکی اصلی‌ترین دلیل برای انجام مجدد جراحی بوده و سهم آنها از مجموع عوارض بین ۳۰ تا ۴۰ درصد گزارش شده است^(۱۱،۱۲). شایع‌ترین شکست‌ها در ارتباط با ابزارگذاری توراکولومبار، از جمله اتصال لومبوساکرال-لگن، عبارت‌اند از: جوش‌نخوردگی، شکست میله‌ها، کیفوز مفصل پروگزیمال (PJK) و شل شدن پیچ‌های پدیکیلی. بنابراین، انجام ارزیابی دقیق سود و ریسک و برنامه‌ریزی پیش از عمل ضروری است تا از شکست ابزارگذاری جلوگیری شود، زیرا در صورت انجام جراحی‌های متعدد، شکست ابزارگذاری می‌تواند تأثیر منفی بر نتایج بالینی داشته باشد^(۱۳). ناهنجاری‌های ستون فقرات در بزرگسالان ممکن است در نتیجه‌ی چندین شرایط ایجاد شوند، از جمله اسکولیوز ایدیوپاتیک، منحنی‌های ناشی از تومور یا تحلیل‌رفتگی‌های دژنراتیو، که هر یک موجب عدم تعادل در تکیه‌گاه ساختاری ستون فقرات

می‌شوند^(۱۴). حفظ وضعیت ایستاده با حداقل مصرف انرژی نتیجه‌ی هم‌راستایی ایدئال ستون فقرات است که معمولاً از طریق رابطه‌ی پیچیده بین انحنای فیزیولوژیک ستون فقرات، مورفولوژی لگن و عضلات محوری اسکلتی حاصل می‌شود^(۱۵). مفهوم مخروط اقتصادی نخستین بار توسط Dubousset معرفی شد که به یک ناحیه پایدار برای ایستادن اشاره دارد و عموماً برای ارزیابی تعادل در بیماران با بدشکلی ستون فقرات طراحی شده است^(۵). مفهوم تعادل ایده‌آل ستون فقرات به‌طور دقیق تعریف نشده است؛ با این حال، چندین پارامتر رادیوگرافیک به عنوان راهنما برای هم‌راستایی ساجیتال مورد استفاده قرار گرفته‌اند^(۶). کیفوز توراسیک (TK) با استفاده از اندازه‌گیری Cobb و لوردوز کمری (LL) معمولاً برای تحلیل تعادل منطقه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند. اخیراً پارامترهای لگنی نیز برای بهبود ارزیابی تعادل در صفحه ساجیتال مورد بررسی قرار گرفته‌اند، که شایع‌ترین آن‌ها تعیین محور عمودی C7 به عنوان محور عمودی ساجیتال (SVA) است، که یک پارامتر رادیوگرافیک محسوب می‌شود و فاصله بین محور عمودی C7 و سطح خلفی-فوقانی مهره را اندازه‌گیری می‌کند^(۱۶-۱۸). برای دستیابی به هم‌راستایی مفید و کلی ستون فقرات، تلاش می‌شود SVA کمتر از ۵۰ میلی‌متر باشد. با این کار، وضعیت ایستاده فیزیولوژیک و سطح دید مستقیم حاصل می‌شود^(۱۹). این معیار، اندیکاسیون اصلی ما برای عدم تعادل ساجیتال است. در بسیاری از موارد، استئوتومی‌ها که از جمله روش‌های بازسازی پیچیده هستند، برای اصلاح و بازبایی تعادل کلی ستون فقرات اندیکاسیون دارند^(۱۱). نویسندگان، عوامل اصلی در انتخاب نوع استئوتومی را شامل چگالی استخوان، سفتی ستون فقرات، تجربه جراح، نوع بدشکلی، شدت انحناء و وضعیت کلی ستون فقرات (مفصل ستون فقرات-لگن و تعادل کلی ستون فقرات) می‌دانند^(۱۲،۱۳). استئوتومی اسمیت-پیترسن (SPO) و استئوتومی برداشت ساقه (PSO)، شایع‌ترین گزینه‌های استئوتومی در متون علمی هستند^(۱۴-۱۶). تفاوت اصلی بین این دو نوع استئوتومی، میزان اصلاح هر سطح ستون فقرات است؛ به‌طوری که SPO تقریباً ۱۰ درجه اصلاح فراهم می‌کند و PSO امکان اصلاح قطعه‌ای ۳۰ تا ۴۰ درجه را می‌دهد. با این حال، تفاوت‌های دیگری نیز وجود دارد؛ برای مثال، روش SPO باعث کاهش زمان عمل، میزان خونریزی و خطر عوارض عصبی در مقایسه

- treatment for adult symptomatic lumbar scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2016;41:E349-358. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001222
- 7 Enercan M, Ozturk C, Kahraman S, et al. Osteotomies/spinal column resections in adult deformity. *Eur Spine J* 2013;22 Suppl 2: 254-264. <https://doi.org/10.1007/s00586-012-2313-0>
 - 8 Kyrölä K, Kautiainen H, Pekkanen L, et al. Long-term clinical and radiographic outcomes and patient satisfaction after adult spinal deformity correction. *Scand J Surg* 2019;108:343-351. <https://doi.org/10.1177/1457496918812201>
 - 9 Ames CP, Smith JS, Pellisé F, et al. Development of deployable predictive models for minimal clinically important difference achievement across the commonly used health-related quality of life instruments in adult spinal deformity surgery. *Spine (Phila Pa 1976)* 2019;44:1144-1153. DOI: 10.1097/BRS.0000000000003031
 - 10 Sugawara R, Takeshita K, Inomata Y, et al. The Japanese scoliosis society morbidity and mortality survey in 2014: the complication trends of spinal deformity surgery from 2012 to 2014. *Spine Surg Relat Res* 2018;3:214-221. <https://doi.org/10.22603/ssrr.2018-0067>
 - 11 Kelly MP, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Fate of the adult revision spinal deformity patient: a single institution experience. *Spine (Phila Pa 1976)* 2013;38:E1196-E1200. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31829e764b
 - 12 Zhu F, Bao H, Liu Z, et al. Unanticipated revision surgery in adult spinal deformity: an experience with 815 cases at one institution. *Spine (Phila Pa 1976)* 2014;39:B36-B44. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000463
 - 13 Hu X, Lieberman IH. Revision adult spinal deformity surgery: does the number of pre-vius operations have a negative impact on outcome? *Eur Spine J* 2019;28:155-160. <https://doi.org/10.1007/s00586-018-5747-1>
 - 14 Wang MY, Tran S, Brusko GD, et al. Less invasive spinal deformity surgery: the impact of the learning curve at tertiary spine care centers. *J Neurosurg Spine* 2019;31(6):865-872. <https://doi.org/10.3171/2019.6.SPINE19531>
 - 15 Isaacs RE, Hyde J, Goodrich JA, et al. A prospective, nonrandomized, multicenter evaluation of extreme lateral interbody fusion for the treatment of adult degenerative scoliosis: perioperative outcomes and complications. *Spine (Phila Pa 1976)* 2010;35:S322-S330. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3182022e04
 - 16 Silvestre C, Mac-Thiong JM, Hilmi R, et al. Complications and morbidities of mini-open anterior retroperitoneal lumbar interbody fusion: oblique lumbar interbody fusion in 179 patients. *Asian Spine J* 2012;6:89-97. doi: 10.4184/asj.2012.6.2.89
 - 17 Alimi M, Hofstetter CP, Tsiouris AJ, et al. Extreme lateral interbody fusion for unilateral symptomatic vertical foraminal stenosis. *Eur Spine J* 2015;24 Suppl 3:346-352. <https://doi.org/10.1007/s00586-015-3940-z>
 - 18 Wang K, Zhang C, Cheng C, et al. Radiographic and clinical outcomes following combined oblique lumbar interbody fusion and lateral instrumentation for the treatment of degenerative spine deformity: a preliminary retrospective study. *Biomed Res Int* 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/5672162>

با سایر تکنیک‌ها می‌شود. اما این روش معایبی نیز دارد، از جمله میزان کمتر اصلاح در صفحه ساجیتال که می‌تواند با افزایش جبران‌سازی در صفحه کروئال همراه باشد. در مقابل، روش PSO معمولاً برای درمان ناهنجاری‌های فلت‌بک ایدیوپاتیک و/یا ایجاد شده توسط پزشک (iatrogenic)، اعم از عدم تعادل ساجیتال ثابت یا عدم تعادل ترکیبی ساجیتال و کروئال به کار می‌رود؛ با این حال، این تکنیک‌ها با ریسک بالای عوارض همراه هستند^(۱۶-۲۵). نتایج نشان داد که اصلاح بدشکلی با روش مذکور، وضعیت رادیوگرافیک بیماران را بهبود بخشیده است.

نتیجه‌گیری

استفاده از استئوتومی‌های ملایم‌تر مانند Ponte یا Smith-Petersen در چندین سطح که تنها ستون خلفی ستون فقرات تحت استئوتومی قرار می‌گیرد، امکان‌پذیر است و نیازی به استفاده از استئوتومی‌های شدیدتر مانند PSO که با عوارض بیشتر همچون خونریزی بیشتر، طولانی‌تر شدن زمان عمل و احتمال عوارض عصبی همراه هستند، نمی‌باشد. با این حال، بدشکلی‌های شدید در صفحات ساجیتال و کروئال می‌توانند اصلاح شوند.

قدردانی

نویسندگان از تیم حرفه‌ای واحد توسعه پژوهش‌های بالینی بیمارستان شهید مدنی، کرج که در انجام این پژوهش ما را یاری کردند، قدردانی می‌کنند.

منابع

- 1 Smith JS, Klineberg E, Schwab F, et al. Change in classification grade by the SRS-Schwab adult spinal deformity classification predicts impact on health-related quality of life measures: prospective analysis of operative and nonoperative treatment. *Spine (Phila Pa 1976)* 2013;38:1663-1671. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31829ec563
- 2 Schwab FJ, Blondel B, Bess S, et al. Radiographical spinopelvic parameters and disability in the setting of adult spinal deformity: a prospective multicenter analysis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2013;38:E803-812. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318292b7b9
- 3 Fu KM, Rhagavan P, Shaffrey CI, et al. Prevalence, severity, and impact of foraminal and canal stenosis among adults with degenerative scoliosis. *Neurosurgery* 2011;69:1181-1187. DOI: 10.1227/NEU.0b013e31822a9aeb
- 4 Gardner RO, Torrie PA, Bertram W, et al. A radiological evaluation of lateral vertebral subluxation associated with spinal stenosis in the lumbar spine in degenerative scoliosis. *Spine Deform* 2013;1:365-370. <https://doi.org/10.1016/j.jspd.2013.05.010>
- 5 Chen PG, Daubs MD, Berven S, et al. Surgery for degenerative lumbar scoliosis: the development of appropriateness criteria. *Spine (Phila Pa 1976)* 2016;41:910-918. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001392
- 6 Neuman BJ, Baldus C, Zebala LP, et al. Patient factors that influence decision making: randomization versus observational nonoperative versus observational operative

- 19 Berjano P, Lamartina C. Far lateral approaches (XLIF) in adult scoliosis. *Eur Spine J* 2013;22 Suppl 2:242-253. <https://doi.org/10.1007/s00586-012-2426-5>
- 20 Koller H, Pfanz C, Meier O, et al. Factors influencing radiographic and clinical out-comes in adult scoliosis surgery: a study of 448 European patients. *Eur Spine J* 2016;25:532-548. <https://doi.org/10.1007/s00586-015-3898-x>
- 21 Steib JP, Dumas R, Mitton D, et al. Surgical correction of scoliosis by in situ contouring: a detorsion analysis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2004;29:193-199. DOI: 10.1097/01.BRS.0000107233.99835.A4
- 22 Banno T, Hasegawa T, Yamato Y, et al. Prevalence and risk factors of iliac screw loosening after adult spinal deformity surgery. *Spine (Phila Pa 1976)* 2017;42:E1024-E1030. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002047
- 23 Edwards CC 2nd, Bridwell KH, Patel A, et al. Long adult deformity fusions to L5 and the sacrum. A matched cohort analysis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2004;29:1996-2005. DOI: 10.1097/01.brs.0000138272.54896.33
- 24 Volkheimer D, Reichel H, Wilke HJ, et al. Is pelvic fixation the only option to provide additional stability to the sacral anchorage in long lumbar instrumentation? A comparative biomechanical study of new techniques. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2017;43:34-39. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2017.02.001>
- 25 Koller H, Zenner J, Hempfing A, et al. Reinforcement of lumbosacral instrumentation using S1- pedicle screws combined with S2-alar screws. *Oper Orthop Traumatol.* 2013;25: 294-314. <https://doi.org/10.1007/s00064-012-0160-0>

تعیین تأثیر داروی پنتوکسی فیلین بر روند بهبود بافت در بیماران دچار قطع تروماتیک نوک انگشتان: یک کار آزمایشی بالینی تصادفی

چکیده:

مقدمه: هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر داروی پنتوکسی فیلین بر روند بهبود زخم‌های ناشی از قطع تروماتیک نوک انگشتان دست در بیماران علی‌الخصوص بیمارانی که به تسریع درمان و نتایج بهتر نیاز دارند.

مواد و روش‌ها: این مطالعه به صورت کارآزمایی بالینی تصادفی بر روی ۵۲ بیمار انجام شد که به دلیل قطع انگشتان ناشی از تروما به بیمارستان مراجعه کرده بودند. بیماران به دو گروه مداخله (دریافت‌کننده پنتوکسی فیلین) و گروه کنترل (دریافت‌کننده دارونما) تقسیم شدند. داروی پنتوکسی فیلین در گروه مداخله به میزان ۱۲۰۰ میلی‌گرم در روز به مدت ۲۱ روز تجویز شد. ارزیابی‌ها در سه زمان (روز هفتم، چهاردهم و بیست و یکم) از نظر وضعیت زخم و پیش‌آگهی درمان انجام شد.

نتایج و بحث: نتایج نشان داد که در روز هفتم، درصد کمتری از بیماران گروه مداخله دچار نکروز مرکزی و حاشیه‌ای بودند. همچنین در روزهای چهاردهم و بیست و یکم، بهبود قابل‌توجهی در وضعیت زخم‌ها در گروه مداخله مشاهده شد و پیش‌آگهی درمان در این گروه به طور معناداری بهتر بود. در روز بیست و یکم، ۹۰٪ از بیماران گروه مداخله به بهبودی کامل رسیدند، درحالی‌که در گروه کنترل این رقم ۷۵٪ بود. همچنین، عوارض جانبی پنتوکسی فیلین در گروه مداخله کم و موقتی بود و هیچ‌کدام از بیماران نیاز به قطع دارو نداشتند.

نتیجه‌گیری: استفاده از پنتوکسی فیلین به عنوان درمان مکمل در بیماران مبتلا به قطع انگشت ناشی از تروما، تأثیر مثبت و قابل‌توجهی در تسریع بهبودی زخم‌ها و بهبود پیش‌آگهی درمان دارد.

واژگان کلیدی: پنتوکسی فیلین، قطع عضو تروماتیک، آسیب‌های انگشت، بهبود زخم

پذیرش مقاله: ۴۰ روز قبل از چاپ

دکتر سلمان آذرسینا،^۱ دکتر آروین نجفی،^۲ دکتر سعید بهجتی،^۳ دکتر محمدسجاد میرحسینی،^۴ دکتر آرمین تاجیک،^۵

دکتر امیرمحمد کشاورز حسنی،^۶ حمیدرضا بالایی سربزیدی،^۷ دکتر سارا محبی

مقدمه

آسیب‌های انگشت از شایع‌ترین صدمات در زمینه ارتوپدی هستند و این آسیب‌ها به‌ویژه در مشاغل صنعتی و کارگاه‌ها مشاهده می‌شوند. این آسیب‌ها، علاوه بر ایجاد درد و ناراحتی اغلب به ناتوانی‌های جسمی و اجتماعی چشمگیر منجر می‌شوند و در بسیاری از موارد به عوارض جدی شغلی می‌انجامند^(۱). قطع انگشت، به‌ویژه نوک انگشت، نه تنها پیامدهای جسمی دارد، بلکه مشکلات روانی و اجتماعی قابل‌توجهی نیز برای بیماران به وجود می‌آورد. چنین ناتوانی‌هایی می‌تواند موجب از دست رفتن توانایی انجام دادن کارهای روزمره، کاهش کیفیت زندگی و در نهایت ترک شغل یا تغییر فعالیت‌های شغلی شود. در این زمینه، انتخاب روش درمانی مناسب برای ترمیم آسیب‌های انگشت اهمیت ویژه‌ای دارد، به‌ویژه زمانی که هدف بیمار بازگشت سریع به کار باشد.

بسیاری از بیمارانی که به دلیل صدمات تروماتیک به بیمارستان‌ها مراجعه می‌کنند معمولاً افرادی هستند که در مشاغل صنعتی و کارگاهی فعالیت دارند. این افراد اغلب از نظر مالی قادر به پرداخت هزینه‌های بالای درمان نیستند و به روش‌های درمانی‌ای نیاز دارند که هم مقرون‌به‌صرفه و هم کارآمد باشند تا بتوانند در کوتاه‌ترین زمان ممکن به کار خود بازگردند. بنابراین، انتخاب روش‌های درمانی - که نه تنها هزینه‌ها را کاهش دهند، بلکه زمان بهبودی را نیز کوتاه کنند - مسئله‌ای کلیدی در مدیریت این بیماران است. ترمیم جراحی قطع نوک انگشت اغلب با دشواری‌های متعددی همراه است. انتخاب مؤثرترین روش درمانی می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی مدت زمان بستری شدن در بیمارستان را کاهش دهد، روند بهبودی را تسریع کند و عوارض را به حداقل برساند. در این زمینه، استفاده از داروهایی که التهاب را کاهش می‌دهند و میکروسیر کولاسیون را بهبود می‌بخشند تا روند بهبودی تسریع شود به رویکردی نوین و قابل‌توجه تبدیل شده است^(۳).

۱. گروه ارتوپدی، واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان شهید مدنی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران
۲. کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران

نویسنده مسئول:

دکتر آرمین تاجیک

Email address:
armintajik.srgn@gmail.com

(Pentoxifylline) مشتقی از دی‌متیل گزانترین (dimethylxanthine)، با فرمول شیمیایی $C_{13}H_{18}N_4O_3$ ، دارای خواص ضدالتهابی، گشادکنندگی عروق، افزایش انعطاف‌پذیری گلبول‌های قرمز و بهبود اکسیژن‌رسانی بافتی است. این دارو، با افزایش سطح آدنوزین مونوفوسفات حلقوی (cAMP) در سلول‌های عضله صاف عروق، موجب گشاد شدن عروق و در نتیجه بهبود جریان خون می‌شود. پنتوکسی فیلین همچنین به‌عنوان یک مهارکننده غیرانتخابی فسفودی‌استراز (phosphodiesterase) عمل می‌کند که باعث افزایش انعطاف‌پذیری گلبول‌های قرمز و بهبود میکروسیرکولاسیون در بافت‌های آسیب‌دیده می‌شود. بنابراین، این دارو می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی در ترمیم زخم‌های تروماتیک و بهبود اکسیژن‌رسانی به بافت آسیب‌دیده داشته باشد^(۳۷). مطالعات متعدد اثربخشی پنتوکسی فیلین را در مدیریت مشکلات میکروسیرکولاسیون و التهابی در انواع شرایط از جمله آترواسکلروز (atherosclerosis)، بیماری مزمن کلیه و برخی انواع زخم‌ها نشان داده‌اند. در بیماران مبتلا به بیماری مزمن کلیه که دیالیز می‌شوند، پنتوکسی فیلین باعث بهبود سطح هموگلوبین و هماتوکریت می‌شود و علائم کم‌خونی را کاهش می‌دهد. به این ترتیب، در درمان آسیب‌های تروماتیک، پنتوکسی فیلین می‌تواند، با افزایش جریان خون و کاهش التهاب، روند بهبودی را تسریع کند و به‌طور بالقوه عوارض پس از جراحی مانند عفونت و نکروز ایسکمیک را کاهش دهد^(۳۸-۴۰). بر این اساس، این مطالعه درصدد تعیین این مسئله است که آیا استفاده از پنتوکسی فیلین به‌عنوان درمانی مقرون‌به‌صرفه و مؤثر می‌تواند مدت بستری در بیمارستان را کوتاه‌تر کند، هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی را کاهش دهد و نتایج جراحی را در مدیریت زخم‌های ناشی از قطع نوک انگشت بهبود بخشد یا خیر. در صورت تأیید این نتایج از طریق تحقیقات آتی، این درمان می‌تواند به‌عنوان یک گزینه درمانی ارزشمند برای بیمارانی که دچار آسیب تروماتیک انگشت شده‌اند و قادر به پرداخت هزینه درمان‌های پرهزینه و پیچیده نیستند استفاده شود. علاوه بر این، این رویکرد می‌تواند روند بهبودی زخم را تسریع کند و نیاز به مداخلات جراحی اضافی را کاهش دهد. در نهایت، هدف این مطالعه بررسی آثار پنتوکسی فیلین در بهبود میکروسیرکولاسیون و تسریع ترمیم زخم پس از قطع نوک انگشت است. این تحقیق می‌تواند به توسعه راهبردهای درمانی نوین و مقرون‌به‌صرفه برای این گروه از بیماران کمک کند و هزینه‌های بستری و طول مدت اقامت در بیمارستان را کاهش دهد.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر یک کارآزمایی بالینی تصادفی‌سازی است که به منظور بررسی اثر پنتوکسی فیلین بر روند ترمیم زخم‌های ناشی از قطع نوک انگشت به‌صورت تروماتیک طراحی شده است. این مطالعه با هدف مقایسه آثار درمانی پنتوکسی فیلین در مقایسه با دارونما (Placebo) انجام شد. جمعیت مورد مطالعه شامل بیمارانی بود که در سال ۲۰۲۳ به بخش

آسیب‌های تروماتیک دست و انگشتان، از نظر شیوع، از علل شایع مراجعه به بخش اورژانس به شمار می‌روند، به‌طوری که سالانه بیش از ۴۵ هزار مورد قطع انگشت ناشی از آسیب تروماتیک در ایالات متحده آمریکا گزارش می‌شود. این آسیب‌ها در مردان سه برابر زنان رخ می‌دهند و بیشترین میزان قطع نوک انگشت در کودکان زیر پنج سال مشاهده می‌شود، به‌ویژه در حوادث مرتبط^(۴،۵).

آناتومی نوک انگشت از چندین ساختار تشکیل شده است از جمله فالانکس دیستال (distal phalanx)، تاندون‌ها، رباط‌ها، ماتریکس ژرمینال و استریل، صفحه ناخن و بافت‌های زیرجلدی. فالانکس دیستال شامل تافت (tuft) (سر)، دیافیز (diaphysis) (میله) و پایه با سطح مفصلی است. ساختار پری‌اونیکیوم (perionychium) شامل بستر ناخن، پارانیکیوم (paronychium)، اپونیکیوم (eponychium) و چین ناخن است که از صفحه ناخن و ماتریکس زیرین آن محافظت می‌کنند^(۶). برای درک بهتر انواع گوناگون آسیب‌های نوک انگشت، چندین سیستم طبقه‌بندی پیشنهاد شده است از جمله سیستم‌های فاسلر، روزنتال، آلن، تامای، سباستین و چونگ و به‌تازگی سیستم PNB که مخفف Bone، Nerve، Pulp (بافت نرم، عصب و استخوان) است^(۷). اوانز و برنادیس (Evans and Bernadis) سیستم PNB را با استفاده از روش امتیازدهی معرفی کردند تا، با اختصاص کدی سه‌رقمی، شدت آسیب به بافت نرم، اعصاب و استخوان به‌طور دقیق‌تر توصیف شود. یکی از سیستم‌های طبقه‌بندی پرکاربرد سیستم روزنتال است که در سال ۱۹۸۳ معرفی شد. این سیستم قطع نوک انگشتان را به سه ناحیه تقسیم می‌کند: ناحیه یک: آسیب‌های به‌وجودآمده در قسمت فالانکس دیستال استخوانی؛ ناحیه دو: آسیب‌های به‌وجودآمده بین لونولا و فالانکس دیستال و ناحیه سه: آسیب‌های به‌وجودآمده در پروگزیمال به لونولا^(۸). آسیب‌های ناحیه یک عموماً به‌صورت محافظه‌کارانه مدیریت می‌شوند، زیرا ماتریکس ژرمینال سالم باقی می‌ماند. در مقابل، آسیب‌های نواحی دو و سه به ماتریکس ژرمینال گسترش می‌یابند و بنابراین معمولاً به مدیریت جراحی نیاز دارند^(۹). درمان‌های جراحی آسیب نوک انگشت به چهار دسته اصلی تقسیم می‌شوند. دسته اول شامل ترمیم بستر ناخن است که در بریدگی‌های ساده با استفاده از بخیه‌های جذبی در بخش اورژانس انجام می‌شود. با این حال، در آسیب‌های پروگزیمال ابتدا باید ماتریکس ژرمینال ارزیابی شود. به‌جای قطع انگشت، بازسازی انگشت قطع‌شده معمولاً ترجیح داده می‌شود؛ زیرا نتایج عملکردی بهتری دارد و به بهبود سریع‌تر منجر می‌شود. به‌طور متوسط، بیماران ظرف ۴۷ روز به کار بازمی‌گردند^(۱۰-۱۲). دسته چهارم درمان جراحی شامل بازکاشت نوک انگشت است، مشروط بر اینکه ساختارهای آناتومیک حفظ شده باشند. این روش به آناستوموز عروقی نیاز دارد و انگشت قطع‌شده باید فوراً در گاز استریل آغشته به محلول نمکی معمولی پیچیده شود و در مخلوطی از یخ و آب نگهداری شود^(۲۱-۲۳). نوک انگشتان قطع‌شده تحت شرایط ایسکمی گرم به مدت ۶ الی ۱۲ ساعت و تحت شرایط ایسکمی سرد به مدت ۲۴ الی ۳۰ ساعت قابل‌نگهداری هستند^(۲۴-۲۶). پنتوکسی فیلین

شدند. هر گروه شامل ۲۶ شرکت‌کننده بود - ۱۳ مرد و ۱۳ زن - که در مجموع توزیع جنسیتی ۵۰ درصد مرد و ۵۰ درصد زن را نشان می‌داد. میانگین سن در گروه مداخله ۳۹/۶۲ سال ($SD: 10/56$) و در گروه مقایسه ۳۵ سال ($SD: 12/46$) بود. تفاوت سنی بین دو گروه از نظر آماری معنادار نبود ($P = 0/061$). به این ترتیب، تفاوت معناداری در توزیع جنسیتی بین گروه‌ها مشاهده نشد (جدول ۱).

وضعیت زخم در طول دوره درمان در سه زمان پس از جراحی یعنی روزهای ۷، ۱۴ و ۲۱ به‌طور کامل ارزیابی شد.

بر اساس ارزیابی‌های انجام‌شده در روز ۷ مشخص شد که در گروه مداخله، ۲۰ شرکت‌کننده ($76/9\%$ درصد) دچار نکروز مرکزی دوسوم شده بودند، در حالی که این وضعیت در گروه مقایسه در ۲۴ شرکت‌کننده ($92/3\%$ درصد) مشاهده شد. علاوه بر این، نکروز حاشیه‌ای در ۶ شرکت‌کننده ($23/1\%$ درصد) گروه مداخله و در ۲ شرکت‌کننده ($7/7\%$ درصد) گروه مقایسه شناسایی شد (جدول ۲ و ۳).

در مرحله بعدی ارزیابی داده‌های بیماران در روز ۱۴ پس از جراحی مشاهده شد. در گروه مداخله، ۱۴ شرکت‌کننده ($53/8\%$ درصد) دچار نکروز مرکزی یک‌سوم و ۶ شرکت‌کننده دچار نکروز مرکزی دوسوم بودند. در مقابل، در گروه مقایسه، ۶ شرکت‌کننده ($23/1\%$ درصد) دچار نکروز مرکزی یک‌سوم و ۲۱ شرکت‌کننده ($80/8\%$ درصد) دچار نکروز مرکزی دوسوم شدند.

درباره نکروز حاشیه‌ای در روز ۱۴، این وضعیت در ۶ شرکت‌کننده ($23/1\%$ درصد) گروه مداخله و تنها در یک شرکت‌کننده ($3/8\%$ درصد) گروه مقایسه مشاهده شد (جدول‌های ۴ و ۵).

ارزیابی‌های نهایی در روز ۲۱ انجام شد و نتایج به شرح زیر بود: در روز ۲۱، در گروه مداخله، ۴ نفر ($15/4\%$ درصد) دچار نکروز مرکزی مرحله یک‌سوم، ۲ نفر ($7/7\%$ درصد) دچار نکروز مرکزی مرحله دوسوم، ۴ نفر ($15/4\%$ درصد) تحت قطع انگشت قرار گرفتند و ۴ نفر ($15/4\%$ درصد) دچار نکروز محیطی بودند. در این گروه، ۱۲ نفر ($46/2\%$ درصد) در روز ۲۱ بهبودی نشان دادند (جدول ۶).

در روز ۲۱، در گروه کنترل، یک بیمار ($3/8\%$ درصد) دچار نکروز یک‌سوم، ۱۰ بیمار ($38/5\%$ درصد) دچار نکروز مرکزی و ۱۱ بیمار ($42/3\%$ درصد) تحت قطع انگشت قرار گرفتند. در این گروه، ۴ بیمار ($15/4\%$ درصد) تا روز ۲۱ بهبودی نشان دادند (جدول ۷).

پیش‌آگهی تمام ۵۲ بیمار در طول دوره درمان کاملاً ارزیابی شد. این ارزیابی‌ها در سه روز انجام شدند: روز ۷، ۱۴ و ۲۱ پس از جراحی. در روز ۷ پس از جراحی، تفاوت معناداری در پیش‌آگهی بین دو گروه مشاهده نشد. بهبود نسبی در روند درمان در ۴۰ درصد بیماران گروه مداخله و ۳۸ درصد بیماران گروه مقایسه مشاهده شد ($P = 0/248$). به نظر می‌رسید که پنتوکسی فیلین تأثیر فوری در پیش‌آگهی درمان نداشت و اثر آن در روزهای بعد بیشتر نمایان شد.

اورژانس بیمارستان شهید مدنی کرج مراجعه کردند و تحت ترمیم جراحی زخم‌های ناشی از قطع انگشت به دلیل آسیب تروماتیک قرار گرفتند. شرکت‌کنندگان بر اساس معیارهای از پیش تعیین‌شده شمول و عدم شمول انتخاب شدند. معیارهای شمول شامل مراجعه به بخش اورژانس با قطع نوک انگشت ناشی از ترومای فیزیکی و قرار گرفتن در بازه سنی ۱۸ تا ۶۵ سال بود. معیارهای عدم شمول عبارت بودند از سابقه بیماری‌های روماتولوژیک یا عروقی، دیابت، اختلالات ترمیم زخم، مصرف سیگار، مکمل‌های غذایی یا دارویی شناخته‌شده و هرگونه بیماری زمینه‌ای که بر ترمیم زخم تأثیرگذار باشد.

حجم نمونه با استفاده از فرمول کوهن (Cohen) و نرم‌افزار G*Power محاسبه شد. با فرض سطح معناداری صفر.

با فرض سطح معناداری ۰/۰۵، توان آماری ۸۰ درصد و اندازه اثر ۰/۸، حجم نمونه مورد نیاز برای هر گروه (کنترل و مداخله) ۲۶ نفر تعیین شد و در مجموع ۵۲ شرکت‌کننده در مطالعه شرکت کردند. روش نمونه‌گیری سرشماری به کار گرفته شد و تمام بیماران واجد شرایط، که به بخش اورژانس بیمارستان شهید مدنی مراجعه کردند و تحت درمان جراحی قرار گرفتند، در مطالعه ثبت شدند.

در این مطالعه، ۵۲ بیمار به‌طور تصادفی به دو گروه مداخله و کنترل تقسیم شدند. در گروه مداخله، بیماران پنتوکسی فیلین به دوز ۱۲۰۰ میلی‌گرم در روز به مدت ۲۱ روز دریافت کردند. در گروه کنترل، دارونمایی مشابه پنتوکسی فیلین از نظر ظاهر تجویز شد. روند بهبودی زخم بر اساس چندین پارامتر از جمله عفونت زخم، عوارض ناشی از دارو و سرعت ترمیم ارزیابی شد. ارزیابی‌ها بر میزان بازسازی عروقی، بازگشت عملکرد طبیعی در ناحیه زخم و میزان بهبود جای جراحی متمرکز بود. داده‌های بیماران با استفاده از چک‌لیستی که محققان به‌طور خاص طراحی کرده بودند جمع‌آوری شد و سپس برای تحلیل آماری در نرم‌افزار SPSS وارد شد.

داده‌ها با استفاده از آزمون تی تحلیل شدند و، در مواردی که داده‌ها از توزیع نرمال پیروی نمی‌کردند، آزمون غیرپارامتریک معادل گرفته شد. در این مطالعه، متغیرهای مخدوش‌کننده مانند سن و جنسیت از طریق تصادفی‌سازی کنترل شدند.

نتایج

در این مطالعه، ۵۲ بیمار مبتلا به قطع تروماتیک انگشت به‌طور تصادفی به یکی از دو گروه تقسیم شدند: گروه مداخله (دریافت‌کننده پنتوکسی فیلین) و گروه مقایسه (دریافت‌کننده سایر درمان‌ها یا بدون درمان). هدف مطالعه ارزیابی اثربخشی پنتوکسی فیلین در تسریع ترمیم زخم و بهبود پیش‌آگهی درمانی بود. داده‌ها در چند زمان پس از جراحی (روزهای ۷، ۱۴ و ۲۱) جمع‌آوری و تحلیل شدند در خط مبنا، گروه‌ها از نظر ویژگی‌های جمعیت‌شناختی به‌طور تصادفی و یکنواخت همسان‌سازی

جدول ۱: عدد کل جمعیت آماری تحت مطالعه

گروه‌ها	تعداد	میانگین	انحراف معیار	خطای انحراف معیار
مداخله‌ای	۲۶	۳۹/۶۲	۸/۹۱۸	۱/۷۴۹
مقایسه‌ای	۲۶	۳۵	۸/۴۴۷	۱/۶۵۷
سن				

جدول ۲: وضعیت زخم پس از ۷ روز در گروه دریافت‌کننده پنتوکسی فیلین (گروه مداخله‌ای)

فراوانی	درصد فراوانی	درصد اعتبار	درصد تجمعی
نکروز مرکزی دوسوم	۲۰	۷۶/۹	۷۶/۹
نکروز حاشیه‌ای	۶	۲۳/۱	۲۳/۱
کل	۲۶	۱۰۰	

جدول ۳: وضعیت زخم پس از ۷ روز در گروهی که پنتوکسی فیلین دریافت نکرده‌اند (گروه مقایسه‌ای)

فراوانی	درصد فراوانی	درصد اعتبار	درصد تجمعی
نکروز مرکزی دوسوم	۲۴	۹۲/۳	۹۲/۳
نکروز حاشیه‌ای	۲	۷/۷	۱۰۰
کل	۲۶	۱۰۰	

جدول ۴: وضعیت زخم پس از ۱۴ روز در گروه دریافت‌کننده پنتوکسی فیلین (گروه مداخله‌ای)

فراوانی	درصد فراوانی	درصد اعتبار	درصد تجمعی
نکروز مرکزی یک‌سوم	۱۴	۵۳/۸	۵۳/۸
نکروز دوسوم	۶	۲۳/۱	۷۶/۹
نکروز حاشیه‌ای	۶	۲۳/۱	۱۰۰
کل	۲۶	۱۰۰	

جدول ۵: وضعیت زخم پس از ۱۴ روز در گروهی که پنتوکسی فیلین دریافت نکرده‌اند (گروه مقایسه‌ای)

فراوانی	درصد فراوانی	درصد اعتبار	درصد تجمعی
نکروز مرکزی یک‌سوم	۴	۱۵/۴	۱۵/۴
نکروز دوسوم	۲۱	۸۰/۸	۹۶/۲
نکروز حاشیه‌ای	۱	۳/۸	۱۰۰
کل	۲۶	۱۰۰	

جدول ۶: وضعیت زخم پس از ۲۱ روز در گروهی که پنتوکسی فیلین دریافت نکرده‌اند (گروه مقایسه‌ای)

فراوانی	درصد فراوانی	درصد اعتبار	درصد تجمعی
نکروز مرکزی یک‌سوم	۱	۳/۸	۳/۸
نکروز دوسوم	۱۰	۳۸/۵	۴۲/۳
قطع عضو	۱۱	۴۲/۳	۸۴/۶
بهبود یافتن	۴	۱۵/۴	۱۰۰
کل	۲۶	۱۰۰	

جدول ۷: وضعیت زخم پس از ۲۱ روز در گروه دریافت‌کننده پنتوکسی فیلین (گروه مداخله‌ای)

فراوانی	درصد فراوانی	درصد اعتبار	درصد تجمعی
نکروز مرکزی یک‌سوم	۴	۱۵/۴	۱۵/۴
نکروز دوسوم	۲	۷/۷	۲۳/۱
قطع عضو	۴	۱۵/۴	۳۸/۵
بهبود یافتن	۱۲	۴۶/۲	۸۴/۶
نکروز حاشیه‌ای	۴	۱۵/۴	۱۰۰
کل	۲۶	۱۰۰	

بحث

پنتوکسی فیلین از مشتقات متیل‌گزانتین است که از طریق اصلاح تثبیرومین (Theobroma) استخراج‌شده از کاکائو یا چای با استفاده از گروه هگزیدون سنتز می‌شود^(۳۱). مطالعات متعددی اثربخشی این دارو را در درمان بیماری‌های عروقی محیطی مانند ایسکمی مغزی و واسکولیت آمبولیک مزمن نشان داده‌اند^(۳۲). پنتوکسی فیلین با کاهش ویسکوزیته خون، بهبود اکسیژن‌رسانی بافتی و افزایش انعطاف‌پذیری گلبول‌های قرمز عمل می‌کند^(۳۳). علاوه بر این، شواهد اخیر نشان می‌دهد که پنتوکسی فیلین تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) را مهار می‌کند و گردش خون مویرگی و اکسیژن‌رسانی بافتی را در ارگان‌های مختلف بهبود می‌بخشد^(۳۴).

مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر این دارو در یک کارآزمایی بالینی تصادفی‌شده بر ترمیم بافت در بیماران مبتلا به قطع تروماتیک نوک انگشت انجام شد.

در این مطالعه، ۵۲ بیمار (۲۶ مرد و ۲۶ زن) با میانگین سنی ۳۹/۶۲ سال در گروه مداخله و ۳۵ سال در گروه کنترل ارزیابی شدند. پیش‌آگهی در روزهای ۱۴، ۲۱ و ۲۶ پس از جراحی بررسی شد. در روز ۷، میزان ۷۶/۹ درصد بیماران گروه مداخله دچار نکروز مرکزی دوسوم بودند، در حالی که این میزان در گروه کنترل ۹۲/۳ درصد بود. نکروز حاشیه‌ای در ۲۳/۱ درصد بیماران گروه مداخله و ۷/۷ درصد بیماران گروه کنترل مشاهده شد. در روز ۱۴، ۵۳/۸ درصد بیماران گروه مداخله دچار نکروز مرکزی یک‌سوم و ۲۳/۱ درصد دچار نکروز دوسوم بودند، در حالی که این مقادیر در گروه کنترل به ترتیب ۲۳/۱ درصد و ۸۰/۸ درصد گزارش شد. نکروز حاشیه‌ای در ۲۳/۱ درصد بیماران گروه مداخله و ۳/۸ درصد بیماران گروه کنترل مشاهده شد. در روز ۲۱، در گروه مداخله، ۱۵/۴ درصد بیماران دچار نکروز مرکزی یک‌سوم، ۷/۷ درصد دچار نکروز دوسوم، ۱۵/۴ درصد تحت قطع انگشت قرار گرفتند و ۱۵/۴ درصد دچار نکروز حاشیه‌ای بودند. در مجموع، ۴۶/۲ درصد بیماران گروه مداخله بهبود نشان دادند. در مقابل، در گروه کنترل، ۳/۸ درصد بیماران دچار نکروز یک‌سوم، ۸۰/۸ درصد دچار نکروز دوسوم و ۴۲/۳ درصد به قطع انگشت نیاز داشتند و فقط ۱۵/۴ درصد بیماران بهبود یافتند.

تا روز ۱۴ پس از جراحی، گروه مداخله پیش‌آگهی بهتری نشان داد. میزان ۷۰ درصد بیماران گروه مداخله در مقایسه با ۵۵ درصد بیماران گروه مقایسه پیشرفت قابل‌توجه‌تری داشتند ($P < 0/001$). این تفاوت به‌ویژه در بهبود عملکرد و کاهش عوارض مرتبط با درمان در گروه مداخله قابل توجه بود.

در روز ۲۱ پس از جراحی، پیش‌آگهی در گروه مداخله به‌طور قابل‌توجهی بهتر بود: میزان ۹۰ درصد بیماران گروه مداخله به بهبودی کامل دست یافتند، در حالی که فقط ۷۵ درصد از بیماران گروه مقایسه به این نتیجه رسیدند. این تفاوت نیز از نظر آماری معنادار بود ($P = 0/01$) و نشان داد که پنتوکسی فیلین در نتایج درمانی اثر مثبت دارد.

عوارض جانبی مرتبط با دارو نیز در طول مطالعه دقیق‌تر پایش شدند. در گروه مداخله، ۴ بیمار (۱۵/۴ درصد) عوارض جانبی مرتبط با پنتوکسی فیلین از جمله سردرد، تهوع و سرگیجه را تجربه کردند. این عوارض معمولاً خفیف و گذرا بودند و هیچ‌یک از بیماران به قطع مصرف دارو نیاز نداشتند. هرچند این عوارض موقتاً برخی بیماران را تحت تأثیر قرار داد، تداخلی جدی با روند درمان ایجاد نکردند. در گروه مقایسه، هیچ عارضه جانبی معناداری مشاهده نشد.

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که استفاده از پنتوکسی فیلین به‌عنوان درمان تکمیلی در بیماران مبتلا به قطع تروماتیک انگشت، آثار مثبت و قابل‌توجهی در روند بهبودی زخم و پیش‌آگهی درمان دارد. در تمامی ارزیابی‌ها، گروه مداخله (دریافت‌کننده پنتوکسی فیلین) در مقایسه با گروه مقایسه نتایج برتری در ترمیم زخم و پیش‌آگهی درمان نشان داد. بیشترین تفاوت‌ها در روزهای ۱۴ و ۲۱ پس از جراحی مشاهده شد، زمانی که بیماران گروه مداخله پیشرفت قابل‌توجه‌تری در بهبود و پیش‌آگهی نشان دادند.

علاوه بر این، پنتوکسی فیلین با عوارض جانبی کمتر در مقایسه با گروه کنترل همراه بود و نقش آن در تسریع بهبود بیماران - به‌ویژه از نظر ترمیم زخم و نتایج عملکردی - به‌وضوح آشکار بود. این یافته‌ها نشان می‌دهد که پنتوکسی فیلین می‌تواند گزینه درمانی مؤثری برای بیماران مبتلا به قطع تروماتیک انگشت باشد و می‌توان آن را به‌عنوان درمان تکمیلی همراه با روش‌های درمانی مرسوم توصیه کرد.

و کاهش میزان آگزودا. این نتایج با یافته‌های مطالعه حاضر بسیار همسو است^(۳۹).

مطالعه خیوری و همکاران نشان داد که پنتوکسی فیلین ممکن است در آنژیوژنز در مدل‌های تجربی تأثیر بگذارد. از میان ۲۲ مطالعه بررسی‌شده، تعداد ۱۶ مطالعه آثار ضد آنژیوژنز پنتوکسی فیلین را گزارش کردند، ۴ مطالعه آثار پرو-آنژیوژنز را نشان دادند و ۲ مطالعه هیچ تأثیری در آنژیوژنز نیافتند. با این حال، شواهد بالینی کافی برای تأیید نقش پنتوکسی فیلین به عنوان عاملی ضد آنژیوژنیک در محیط‌های بالینی وجود ندارد. علاوه بر این، این مطالعه شواهدی را مطرح کرد که سازوکارهای گیرنده جفت‌شده با پروتئین G (GPCR)، به ویژه گیرنده‌های آدنوزین A2B (A2BAR)، ممکن است در فرایندهای متابولیک و سوئیچ آنژیوژنی نقش داشته باشند. بنابراین، تحقیقات بیشتری برای روشن شدن آثار پنتوکسی فیلین در متابولیسم، هموستاز انرژی و سازوکارهای عمل آن لازم است^(۴۰).

در مطالعه‌ای که بای کال (Baykal) و همکاران انجام دادند، پنتوکسی فیلین پس از آسیب عصب سیاتیک در موش‌ها تجویز شد. نتایج این مطالعه نشان داد که، در گروه درمانی، زمان تأخیر کوتاه‌تر و دامنه پتانسیل‌های عضلانی بیشتر بود، هرچند فقط دامنه از نظر آماری معنادار بود. این یافته نشان می‌دهد که پنتوکسی فیلین در باززایی آکسونی تأثیر مثبت دارد، اما تأثیر محدودی در رمیلیناسیون دارد^(۴۱).

همان‌طور که پیش از این گفته شد، پنتوکسی فیلین آثار خود را از طریق سازوکارهای متعدد اعمال می‌کند از جمله از طریق ایمونومودولاسیون، اثر ضدالتهابی، بهبود رئولوژی خون و خواص ضد فیبرینولیتیک. این دارو انعطاف‌پذیری لوکوسیت‌ها را افزایش می‌دهد، چسبندگی لوکوسیت‌ها به اندوتلیوم و فعال‌سازی نوتروفیل‌ها و تولید $TNF-\alpha$ را کاهش می‌دهد. علاوه بر این، پنتوکسی فیلین $TNF-\alpha$ را مهار می‌کند و در سیتوکین‌های دیگر مانند IL-1 و IL-6 تأثیر می‌گذارد. همچنین، انعطاف‌پذیری گلبول‌های قرمز را افزایش، ویسکوزیته خون را کاهش و، از طریق کاهش تجمع پلاکتی و افزایش فعالیت فیبرینولیتیک، خواص ضد ترومبوتیکی دارد. علاوه بر این، پنتوکسی فیلین سنتز کلاژن و فایبرونکتین را کاهش می‌دهد و در عین حال فعالیت کلاژناز فیبروبلاست را افزایش می‌دهد. این سازوکارهای ضدالتهابی همراه با آثار تحریکی در فیبروبلاست‌ها (سلول‌های اصلی در ترمیم بافت)، ترویج نئوآنژیوژنز و باززایی عصبی - سه جزء کلیدی در بازسازی بافت - آن را به یک درمان تکمیلی ایمن و مؤثر برای تسریع ترمیم بافت پس از قطع فالانکس دیستال تبدیل می‌کند.

از نظر عوارض جانبی، ۱۵/۴ درصد از بیماران گروه مداخله (۴ نفر) عوارضی را تجربه کردند که عمدتاً مربوط به دستگاه گوارش و سیستم عصبی مرکزی بود. شایع‌ترین عوارض سرگیجه، سردرد، اضطراب و گیجی بودند. در گروه کنترل هیچ عارضه جانبی قابل توجهی مشاهده نشد. هرچند عوارض جانبی در گروه مداخله ثبت شد، تفاوت‌ها از نظر آماری معنادار نبودند. به‌طور کلی، پنتوکسی فیلین دارویی ایمن به شمار می‌رود

مطالعات پیشین در مورد اثربخشی پنتوکسی فیلین را می‌توان به‌طور کلی به دو دسته تقسیم کرد: ۱. مطالعاتی که عمدتاً بر ترمیم سوختگی‌ها و زخم‌ها تمرکز داشتند، ۲. مطالعاتی که خواص ضدالتهابی آن را مورد بررسی قرار داده‌اند.

مطالعاتی که اثر پنتوکسی فیلین در ترمیم زخم را بررسی کرده‌اند نشان می‌دهند که این دارو می‌تواند فرایند بهبودی زخم را تسریع کند. برای مثال، احمدی و همکاران در سال ۲۰۱۶ مطالعه‌ای مروری انجام دادند که نتایج این مطالعه نشان داد که تجویز پنتوکسی فیلین می‌تواند سرعت و کیفیت ترمیم زخم را افزایش دهد^(۳۴).

به همین ترتیب، مرادی و همکاران در سال ۲۰۲۳ اثر ترکیبی پنتوکسی فیلین و اکسید روی بر ترمیم زخم در موش‌ها را بررسی کردند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که، در گروه دریافت‌کننده پنتوکسی فیلین، التهاب کاهش یافته است و تعداد سلول‌های التهابی کمتر است که این نتایج با یافته‌های مطالعه حاضر همخوانی دارد^(۳۵).

در مطالعه‌ای دیگر، که مورايرا (Moreira) و همکاران در سال ۲۰۲۳ انجام دادند، اثر ترکیبی پنتوکسی فیلین و کیتوزان بر ترمیم زخم ارزیابی شد. نتایج این مطالعه نشان داد که این ترکیب فرایند بهبودی زخم را به‌طور مؤثری تسریع می‌کند و غلظت بالاتر پنتوکسی فیلین دوره درمان را کوتاه‌تر می‌کند. نتایج این مطالعه با یافته‌هایی مطالعه‌ای ما همخوانی دارد^(۳۶).

در مطالعه دیگری، که دهقانی و همکاران در سال ۲۰۲۲ انجام دادند، مشخص شد که هیدروژل‌های حاوی پنتوکسی فیلین به‌طور قابل توجهی ترمیم زخم را تسریع می‌کنند. نتایج این مطالعه نیز با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد^(۳۷).

در روز ۷ مطالعه حاضر، تفاوت معناداری در پیش‌آگهی بین گروه مداخله و گروه کنترل مشاهده نشد. این یافته با مطالعه بابایی و همکاران که در سال ۲۰۱۳ انجام دادند همخوانی دارد که اثر پنتوکسی فیلین در زخم‌های پوستی ناشی از استرپتوزوتوسین در موش‌های دیابتی را بررسی کرده بود. آن مطالعه گزارش داد که تجویز پنتوکسی فیلین به‌طور قابل توجهی فرایند و کیفیت ترمیم زخم را در موش‌های دیابتی بهبود می‌بخشد^(۳۸). اختلاف‌هایی که در نتایج اولیه وجود دارد ممکن است به دلیل برتری تغییرات بافت‌شناسی بر تغییرات ریخت‌شناختی و همچنین تفاوت‌های گونه‌ای بین موش و انسان باشد. با این حال، در روزهای ۱۴ و ۲۱، تفاوت‌های قابل توجهی در پیش‌آگهی بین دو گروه مشاهده شد. گروه مداخله نتایج بهتری نشان داد و تعداد بیشتری از بیماران بهبود یافتند.

این یافته‌ها با سایر مطالعاتی مطابقت دارد که پنتوکسی فیلین را عاملی مؤثر در تسریع ترمیم زخم معرفی کرده‌اند. یکی از این مطالعات را باتیا و همکاران انجام دادند. آن‌ها در مطالعه خود اثر موضعی پنتوکسی فیلین در ترمیم زخم را ارزیابی کردند. نتایج نشان داد که پنتوکسی فیلین ترمیم زخم را در سطوح مختلف بهبود می‌بخشد از جمله تحریک تکثیر فیبروبلاست‌ها، افزایش تشکیل بافت گرانولاسیون، کاهش فعالیت کلاژناز، تسهیل رسوب کلاژن و سایر بافت‌های پیوندی، کاهش تجمع باکتری‌ها

- 2014; 133(4):827-840. DOI: 10.1097/PRS.0000000000000019
- 5 Reid D. B, Shah K. N, Eltorai A. E, Got C. C, Daniels A. H. Epidemiology of finger amputations in the United States from 1997 to 2016. *Journal of Hand Surgery Global Online*. 2019; 1(2):45-51. <https://doi.org/10.1016/j.jhsg.2019.02.001>
 - 6 Shores J. T. Anatomy and Physiology of the Fingertip. *Fingertip Injuries: Diagnosis, Management and Reconstruction*. *Fingertip Injuries*. 2015; 3(1):1-9. https://doi.org/10.1007/978-3-319-13227-3_1
 - 7 Peterson S. L, Peterson E. L, Wheatley M. J. Management of fingertip amputations. *The Journal of hand surgery*. 2014; 39(10):2093-2101. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2014.04.025>
 - 8 Rosenthal E. A. Treatment of fingertip and nail bed injuries. *The Orthopedic clinics of North America*. 1983; 14(4):675-697. PMID: 6634090
 - 9 Chakravarthy J, Qureshi A, Waldram M. A, Porter K. Acute fingertip injuries. *Trauma*. 2006; 8(3):179-188. <https://doi.org/10.1177/1460408606071139>
 - 10 Brown R. E. Acute nail bed injuries. *Hand clinics*. 2002; 18(4):561-575. [https://doi.org/10.1016/S0749-0712\(02\)00075-6](https://doi.org/10.1016/S0749-0712(02)00075-6)
 - 11 Russell R. C, Casas L. A. Management of fingertip injuries. *Clinics in Plastic Surgery*. 1989; 16(3):405-425. [https://doi.org/10.1016/S0094-1298\(20\)31311-0](https://doi.org/10.1016/S0094-1298(20)31311-0)
 - 12 Weichman K. E, Wilson S. C, Samra F, Reavey P, Sharma S, Haddock N. T. Treatment and outcomes of fingertip injuries at a large metropolitan public hospital. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2013; 131(1): 107-112. DOI: 10.1097/PRS.0b013e3182729ec2
 - 13 Peterson S. L, Peterson E. L, Wheatley M. J. Management of fingertip amputations. *The Journal of Hand Surgery*. 2014; 39(10):2093-2101. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2014.04.025>
 - 14 Panattoni J. B, De Ona I. R, Ahmed M. M. Reconstruction of fingertip injuries: surgical tips and avoiding complications. *The Journal of Hand Surgery*. 2015; 40(5):1016-1024. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2015.02.010>
 - 15 Germann G, Rudolf K. D, Levin S. L, Hrabowski M. Fingertip and thumb tip wounds: changing algorithms for sensation, aesthetics, and function. *The Journal of Hand Surgery*. 2017; 42(4):274-284. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2017.01.022>
 - 16 Yam A, Tan S. H, Tan A. B. H. A novel method of rapid nail bed repair using 2-octyl cyanoacrylate (Dermabond). *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2008; 121(3):148e-149e. DOI: 10.1097/01.prs.0000300212.73022.9d
 - 17 Sebastin S. J, Chung K. C. A systematic review of the outcomes of replantation of distal digital amputation. *Plastic and reconstructive surgery*. 2011; 128(3):723. DOI: 10.1097/PRS.0b013e318221dc83
 - 18 El-Diwany M, Odobescu A, Bélanger-Douet M, Berbiche D, Arsenault J, Bou- Merhi J. Replantation vs revision amputation in single digit zone II amputations. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*. 2015; 68(6):859-863. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2015.02.033>
 - 19 Chakravarthy J, Qureshi A, Waldram M. A, Porter K. Acute fingertip injuries. *Trauma*. 2006; 8(3):179-188. <https://doi.org/10.1177/1460408606071139>

و معمولاً به‌خوبی تحمل می‌شود و عوارض آن عمدتاً وابسته به دوز دارو هستند^(۴۲). در دوران بارداری، پنتوکسی فیلین در رده C قرار دارد و باید با احتیاط مصرف شود. این دارو ممکن است در دوران شیردهی خطرناکی ایجاد کند، زیرا از طریق شیر مادر ترشح می‌شود. ایمنی و اثربخشی پنتوکسی فیلین در جمعیت‌های کودکان به اثبات نرسیده است. در بیماران مسن، به دلیل احتمال کاهش عملکرد کبد، کلیه یا قلب و وجود بیماری‌های همراه، توصیه می‌شود دوز اولیه پایین‌تر انتخاب شود.

۱- علاوه بر این، افرادی که به مشتقات گزانتین مانند کافئین یا تیوفیلین حساسیت دارند، کسانی که اخیراً خون‌ریزی مغزی یا شبکه‌ای داشته‌اند یا مبتلا به پورفیریا هستند، باید از مصرف این دارو اجتناب کنند^(۴۳). نتایج این مطالعه نشان داد که پنتوکسی فیلین به‌طور چشمگیری سرعت و کیفیت بازسازی بافت را در بیماران مبتلا به قطع تروماتیک نوک انگشت بهبود می‌بخشد. این دارو نکرور و نیاز به قطع انگشت را به‌طور چشمگیری کاهش می‌دهد و همچنین آثار مثبتی در پیش‌آگهی بیماری دارد. اگرچه برخی محدودیت‌ها مانند مطالعه تک‌مرکزی، حجم نمونه کم، طول دوره پیگیری کوتاه، نبود کورسازی در ارزیابی نتایج و حذف برخی جمعیت‌ها وجود دارد و باید در مطالعات آینده به آن‌ها توجه کرد.

نتیجه‌گیری

در نتیجه، پنتوکسی فیلین دارای نمایه ایمنی مطلوب و پتانسیل درمانی قابل‌توجهی در بهبود روند بهبودی بیماران مبتلا به زخم‌های تروماتیک و مزمن است و استفاده از آن را به‌عنوان یک گزینه درمانی مؤثر و ایمن بالینی پشتیبانی می‌کند.

قدردانی

نویسندگان مایل هستند از گروه حرفه‌ای واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان مدنی، که در انجام دادن این پژوهش ما را یاری کردند، تشکر کنند.

منابع

- 1 Masaki S, Kawamoto T. Fingertip amputation injury of allen type III managed conservatively with moist wound dressings. *The American Journal of Case Reports*. 2021; 22(1): e928950-1-e928950-7. doi: 10.12659/AJCR.928950
- 2 Kawaiah A, Thakur M, Garg S, Kawasmi S. H, Hassan A. Fingertip injuries and amputations: a review of the literature. *Cureus*. 2020; 12(5):e8291. DOI: 10.7759/cureus.8291
- 3 Sindhu K, DeFroda S. F, Harris A. P, Gil J. A. Management of partial fingertip amputation in adults: operative and non operative treatment. *Injury*. 2017; 48(12):2643-2649. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2017.10.042>
- 4 Sears E. D, Shin R, Prosser L. A, Chung K. C. Economic analysis of revision amputation and replantation treatment of finger amputation injuries. *Plastic and reconstructive surgery*.

- 20 Wang K, Sears E. D, Shauver M. J, Chung K. C. A systematic review of outcomes of revision amputation treatment for fingertip amputations. *Hand (N Y)*. 2013; 8(2):139-145. <https://doi.org/10.1007/s11552-012-9487-0>
- 21 De Alwis W. Fingertip injuries. *Emergency Medicine Australasia*. 2006; 18(3):229-237. <https://doi.org/10.1111/j.1742-6723.2006.00851.x>
- 22 Lee D. H, Mignemi M. E, Crosby S. N. Fingertip injuries: an update on management. *AAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2013; 21(12):756-766. DOI: 10.5435/JAAOS-21-12-756
- 23 Ito H, Sasaki K, Morioka K, Nozaki M. Fingertip amputation salvage on arterial anastomosis alone: an investigation of its limitations. *Annals of plastic surgery*. 2010; 65(3):302-305. DOI: 10.1097/SAP.0b013e3181cc0021
- 24 Scheker L. R, Becker G. W. Distal finger replantation. *The Journal of hand surgery*. 2011; 36(3):521-528. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2010.12.017>
- 25 Soucacos P. N. Indications and selection for digital amputation and replantation. *Journal of hand surgery*. 2001; 26(6):572-581. <https://doi.org/10.1054/jhsb.2001.0595>
- 26 Beris A. E, Lykissas M. G, Korompilias A. V, Mitsionis G. I, Vekris M. D, Kostas- Agnantis I. P. Digit and hand replantation. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*. 2010; 130(9):1141-1147. <https://doi.org/10.1007/s00402-009-1021-7>
- 27 Aviado D. M, Porter J. M. Pentoxifylline: a new drug for the treatment of intermittent claudication. Mechanism of action, pharmacokinetics, clinical efficacy and adverse effects. *Pharmacotherapy*. 1984; 4(6):297-307. <https://doi.org/10.1002/j.1875-9114.1984.tb03380.x>
- 28 Mora-Gutiérrez J. M, Ferrer-Nadal A, García-Fernández N. Effect of pentoxifylline on anemia control in hemodialysis patients: retrospective observational case-control study. *Nefrologia*. 2013; 33(4):524-531. DOI: 10.3265/Nefrologia.pre2013.Apr.11654
- 29 Mohammadpour A. H, Nazemian F, Khaiat M. H, Tafaghodi M, Salari P, Charkazi S, Naghibi M, Shamsara J. Evaluation of the effect of pentoxifylline on erythropoietin-resistant anemia in hemodialysis patients. *Saudi Journal of Kidney Diseases and Transplantation*. 2014; 25(1):73-78. DOI: 10.4103/1319-2442.124492
- 30 Feizi A, Mortazavi M, Badri S, Norouzi M. J. Effect of pentoxifylline on anemia in patients with chronic kidney disease: an updated systematic review and meta-analysis. *Tehran University Medical Journal*. 2020; 78(4):212-220. ISSN 16831764
- 31 Singh N, Shreshtha A. K, Thakur M. S, Patra S. Xanthine scaffold: scope and potential in drug development. *Heliyon*. 2018; 4(10):e00829. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00829>
- 32 Lyons A. J, Brennan P. A. Pentoxifylline—a review of its use in osteoradionecrosis. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2017; 55(3):230-234. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2016.12.006>
- 33 Gholami A, Ataei S, Ahmadimoghaddam D, Omidifar N, Nili-Ahmadabadi A. Pentoxifylline attenuates arsenic trioxide-induced cardiac oxidative damage in mice. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2021; 2021:6406318. <https://doi.org/10.1155/2021/6406318>
- 34 Ahmadi M, Khalili H. Potential benefits of pentoxifylline on wound healing. *Expert Review of Clinical Pharmacology*. 2016; 9(1):129-142. <https://doi.org/10.1586/17512433.2016.1109443>
- 35 Moradi M, Sabiza, S, Rezaie A, Ezzati-Givi M. Investigating the Effect of Pentoxifylline and Zinc Oxide Combination on Experimental Full-Thickness Wound Healing in Rats. *Iranian Journal of Veterinary Surgery*. 2023; 18(1):8-17. <https://doi.org/10.30500/ivsa.2022.355334.1313>
- 36 Moreira V. M, Leite J. M. D. S, Medeiros K. D. A, Assis K. M. A. D, Borges J. C, Santana L. M. B, Damasceno B. P. G. D. L. Pentoxifylline/Chitosan Films on Wound Healing: In Vitro/In Vivo Evaluation. *Pharmaceutics*. 2023; 15(4):1122. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15041122>
- 37 Dehghani P, Akbari A, Saadatkish M, Varshosaz J, Kouhi M, Bodaghi M. Acceleration of Wound Healing in Rats by Modified Lignocellulose Based Sponge Containing Pentoxifylline Loaded Lecithin/Chitosan Nanoparticles. *Gels*. 2022; 8(10):658. <https://doi.org/10.3390/gels8100658>
- 38 Babaei S, Bayat M, Nouruzian M, Bayat M. Pentoxifylline improves cutaneous wound healing in streptozotocin-induced diabetic rats. *European journal of pharmacology*. 2023; 700(1-3):165-172. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2012.11.024>
- 39 Bhatia A, Prakash S. Topical phenytoin for wound healing. *Dermatology Online Journal*. 2004; 10(1):5-18. <https://doi.org/10.5070/D30z3612w1>
- 40 Khoury W, Trus R, Chen X, Baghaie L, Clark M, Szewczuk MR, El-Diasty M. Parsimonious Effect of Pentoxifylline on Angiogenesis: A Novel Pentoxifylline-Biased Adenosine G Protein-Coupled Receptor Signaling Platform. *Cells*. 2023 Apr 20;12(8):1199. doi: 10.3390/cells12081199.
- 41 BAYKAL, S., BOZ, C., ÇAKIR, E., BAYTAN, Ş.H., KARAKUŞ, M. and KUZELYİ, K., 2002. The effects of pentoxifylline in experimental nerve injury. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 32(3):207-210.
- 42 Hassan I, Dorjay K, Anwar P. Pentoxifylline and its applications in dermatology. *Indian Dermatol Online J*. 2014 Oct;5(4):510-516. doi: 10.4103/2229-5178.142528.

آژنزی ساکرال، کیست تراتوم و ناهنجاری واژن در یک زن جوان (گزارش موردی)

چکیده:

در این گزارش مورد بالینی به وضعیت یک زن جوان که با درد شدید کمر همراه با چرخش و انحراف لگن مراجعه کرده بودند می‌پردازیم. به دلیل شدت تغییر شکل وضعیتی ایشان و تأثیر زیاد این مشکلات بر کیفیت زندگی، درمان فیوژن اسپاینوپلوئیک انجام پذیرفت تا، جلوگیری از پیشرفت بیشتر تغییر شکل و همچنین کاهش درد بیمار حاصل شود. در حین ارزیابی‌ها، یک توده در ناحیه ساکرال شناسایی شد. همچنین مشخص شد که واژن او دارای دو دهانه مجزا است که این یافته‌ها کیست موردنظر را در گروه آژنزی ساکرال‌های سندرومیک قرار می‌دهد. اهمیت آزمایش‌های ژنتیکی و مشورت و همفکری با سایر متخصصان و اهمیت پیگیری مستمر تأکید می‌شود.

واژگان کلیدی: ستون فقرات، لگن، ساکرال

پذیرش مقاله: ۴۴ روز قبل از چاپ

دکتر مهدی تیوتور،^{۱،۲} دکتر مهدی محمدی تبار،^۳ دکتر سلمان آذرینا،^۴ دکتر محمدجواد دهقانی فیروزآبادی،^۵ دکتر فرناز حاج طالبی

مقدمه

آژنزی ساکرال (Sacral agenesis, SA) یک بیماری نادر است که شامل فقدان مادرزادی کامل یا جزئی استخوان‌های ساکرال و کوکسیکس (coccygeal) است.^(۱) این بیماری می‌تواند بدون عوارض دیگر و به تنهایی رخ دهد، اما اغلب با ناهنجاری‌های عصبی، اوروژنیتال و گوارشی همراه است.^(۲،۳) علت دقیق آن هنوز مشخص نیست، اما به احتمال زیاد ترکیبی از عوامل ژنتیکی و محیطی است که در تکامل طبیعی ستون فقرات اثر می‌گذارند. مهم‌ترین عامل خطر دیابت مادر است؛ شیوع آن در فرزندان مادران دیابتی ۸۰ برابر بیشتر از جمعیت عمومی گزارش شده است.^(۴) رنشاو (Renshaw) در سال ۱۹۷۸ رایج‌ترین سیستم طبقه‌بندی را معرفی کرد که بر اساس یافته‌های رادیوگرافیک بنا شده است و شامل چهار درجه شدت (I-IV) است، از آژنزی ایزوله و بدون علامت کوکسیکس تا بدشکلی‌های عمده.^(۵) افزایش درجه رنشاو با شدت بالاتر بالینی و ناتوانی عملکردی همراه است. با افزایش درجه، تحرک کاهش می‌یابد و بیماران با درجات III یا IV معمولاً برای حرکت به وسایل کمکی نیاز دارند. ناتوانی عملکردی در SA معمولاً حاصل ترکیبی از اختلالات اسکلتی و عصبی است. وضعیت حرکتی به‌طور قابل توجهی در عملکرد کلی بیمار تأثیر می‌گذارد.^(۶) بیماران مبتلا به SA معمولاً دچار دفورمیتی‌های ستون فقرات مانند کیفوز و اسکولیوز می‌شوند که عمدتاً ناشی از ناپایداری ستون فقرات-لگن است. این تغییر شکل‌ها در تحرک، توانایی نشستن، مدیریت از کانال‌های ایلایل (در صورت وجود) و عملکرد تنفسی اثر منفی می‌گذارند.^(۶)

سندروم کورارینو (Currarino syndrome, CS) اختلالی ارثی است که با سه ویژگی اصلی تعریف می‌شود: ناهنجاری مقعدی-راکتومی (ARM)، نقص استخوانی ساکرال معروف به *Scimitar sacrum* و یک توده پریساکرال (presacral). این سندروم را نخستین بار کورارینو و همکاران توصیف کردند و تصور می‌شود ناشی از جدایی غیرطبیعی بین نورواکتودرم و اندودرم باشد.^(۷) این بیماری با جهش در ژن HLXB9 واقع در 7q36 ارتباط دارد. تقریباً ۵۰ درصد بیماران دارای جهش قابل تشخیص هستند و این میزان در موارد خانوادگی تا حدود ۹۰ درصد افزایش می‌یابد.^(۸) سندروم کورارینو می‌تواند تظاهرات‌های متفاوتی داشته باشد؛ برخی بیماران بدون علامت هستند، در حالی که برخی دیگر کل سه‌گانه‌ی کلاسیک را بروز می‌دهند.^(۹)

۱. کمیته تحقیقات دانشجویی، واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان شهید مدنی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران
۲. کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران
۳. مرکز تحقیقات مفاصل، استخوان و بافت‌های مرتبط، بیمارستان ارتوپدی اختر، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۴. بخش جراحی ارتوپدی، بیمارستان شهید مدنی، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران

نویسنده مسئول:

دکتر محمدجواد دهقانی فیروزآبادی

Email address:

Fdmj11269@gmail.com

گزارش مورد

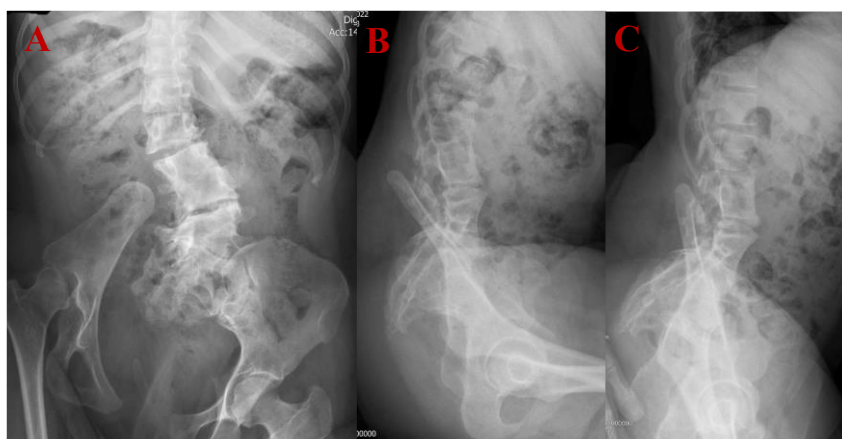
بیمار در نظر گرفته شد تا مفاصل ستون فقرات جوش بخورند، از بروز بدشکلی‌های بیشتر جلوگیری شود و درد بیمار کاهش یابد.

شرح عمل جراحی

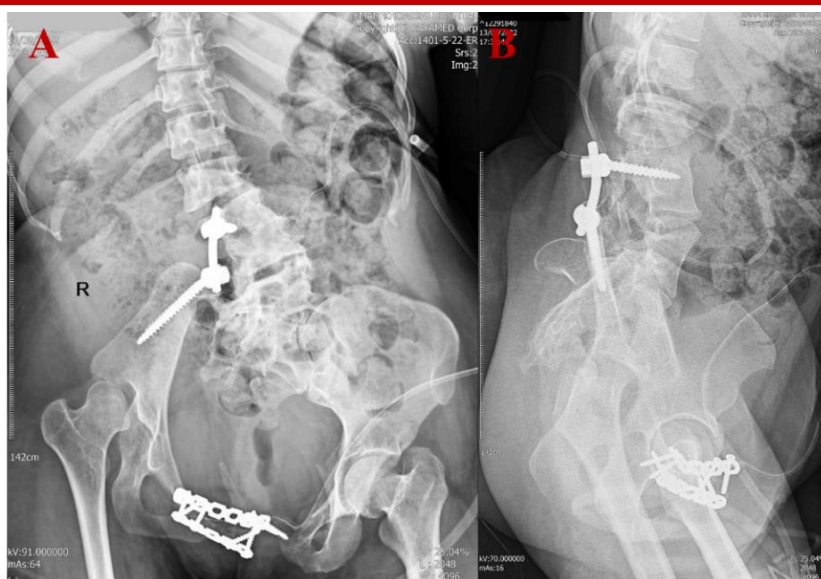
عمل جراحی بیمار تحت بیهوشی عمومی و در وضعیت دمر خوابیدن با رویکرد خلفی انجام شد. پس از باز شدن فاشیا و کنار زدن عضلات، یک کیست داخل عضلانی در ناحیه ساکروم خلفی بین عضلات پاراوتربرال (paravertebral) راست مشاهده شد که حاوی ترشحات زردرنگ، فولیکول‌های مو و بافت استخوانی بود و با تشخیص افتراقی تراتوم همراه بود. کیست با دقت خارج شد و ناحیه به‌طور کامل پاک‌سازی شد تا از بروز عوارض احتمالی جلوگیری شود. یک پیچ پدیکولار در پدیکل مهره L4 کار گذاشته شد و یک پیچ ایلیاک بلند در ایلیم راست تعبیه شد. سپس، این دو پیچ به‌وسیله یک میله در سمت جانی پیچ پدیکولار و ناحیه آیلازی ساکروم به یکدیگر متصل شدند. تصاویر پس از عمل جراحی ارائه شده‌اند (شکل ۲).

بیمار ما زنی ۳۰ ساله بود که دچار فلج کامل سمت راست بدن، چرخش لگن و کج‌شدگی لگن بود. او در حالی به کلینیک مراجعه کرد که از درد شدید کمر و کج‌شدگی و چرخش لگن به‌شدت شکایت می‌کرد (شکل ۱). تصویربرداری‌ها نشان می‌دهند که توده‌ای در ناحیه ساکرال وجود دارد که در حین عمل جراحی بررسی شد و یک کیست تراتوما حاوی مو و بافت نرم از بدن بیمار خارج شد. همچنین، او دو دهانه واژن متفاوت داشت که در تصویربرداری‌ها مشخص شد و بیمار اعلام کرد که قاعدگی‌هایش دچار اختلال شده‌اند. این بی‌نظمی قاعدگی یافته‌ای مهم است که ممکن است با وضعیت بیمار ارتباط داشته باشد و به بررسی‌های بیشتر نیاز دارد.

با توجه به اختلال در اتصال ستون فقرات و لگن (spinopelvic dissociation)، آژنزی ساکرال، ثابت‌سازی ستون فقرات و لگن برای



شکل ۱: الف) نمای قدامی-خلفی (AP)؛ ب) نمای جانبی در حالت نشسته و ج) نمای جانبی در حالت ایستاده از رادیوگرافی پیش از عمل



شکل ۲: الف) نمای قدامی-خلفی (AP) و ب) نمای جانبی از رادیوگرافی پس از عمل

بحث

نتیجه‌گیری

در این گزارش، بر اهمیت شناسایی تظاهرات سندرومیک در بیماران، به‌ویژه در مواردی با آژنزی ساکرال، توده‌های پریساکرال یا ناهنجاری‌های دستگاه ادراری-تناسلی تأکید شد. این مورد نشان می‌دهد که تشخیص زودهنگام و رویکرد چندتخصصی با مشارکت رشته‌های مختلف برای بهینه‌سازی پیامدهای درمانی و پاسخ‌گویی مؤثر به نیازهای پیچیده بیماران امری حیاتی است.

تأییدیه اخلاقی و رضایت برای شرکت در مطالعه

کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی البرز این مطالعه را تأیید کرد و بیمار به‌صورت شفاهی رضایت خود را برای شرکت در آن اعلام کرد. رضایت برای انتشار قابل اجرا نیست.

قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از گروه حرفه‌ای واحد توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان شهید مدنی کرج، که در انجام دادن این پژوهش ما را یاری کردند، صمیمانه قدردانی کنند.

منابع

- Williams DI, Nixon HH. Agenesis of the sacrum. Surg Gynecol Obstet. 1957;105(1):84-88.
- Emami-Naeini P, Rahbar Z, Nejat F, Kajbafzadeh A, El Khashab M. Neurological presentations, imaging, and associated anomalies in 50 patients with sacral agenesis. Neurosurgery. 2010;67(4):894-900. DOI: 10.1227/NEU.0b013e3181eb500d
- Emami-Naeini P, Nejat F, Rahbar Z, Kajbafzadeh A, El Khashab M. Urological manifestations of sacral agenesis. J Pediatr Urol. 2012;8(2):181-186. <https://doi.org/10.1016/j.jpuro.2011.02.004>
- Nalbandyan M, Howley MM, Cuniff CM, Romitti PA, Browne ML. Descriptive and risk factor analysis of nonsyndromic sacral agenesis: National Birth Defects Prevention Study, 1997-2011. Am J Med Genet A. 2019;179(9):1799-1814. <https://doi.org/10.1002/ajmg.a.61290>
- Renshaw TS. Sacral agenesis. J Bone Joint Surg Am. 1978;60(3):373-383.
- Yoshida A, Maoate K, Blakelock R, Robertson S, Beasley S. Long-term functional outcomes in children with Currarino syndrome. Pediatr Surg Int. 2010;26(7):677-81.
- Currarino G, Coln D, Votteler T. Triad of anorectal, sacral, and presacral anomalies. AJR Am J Roentgenol. 1981;137(2):395-398.
- Crétole C, Pelet A, Sanlaville D, Zerah M, Amiel J, Jaubert F, et al. Spectrum of HLXB9 gene mutations in Currarino syndrome and genotype-phenotype correlation. Hum Mutat. 2008;29(7):903-910. <https://doi.org/10.1002/humu.20718>
- Emans PJ, Kootstra G, Marcelis CL, Beuls EA, van Heurn LW. The Currarino triad: the variable expression. J Pediatr Surg. 2005;40(8):1238-1242. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2005.05.004>
- Dworschak GC, Reutter HM, Ludwig M. Currarino syndrome: a comprehensive genetic review of a rare congenital disorder. Orphanet Journal of Rare Diseases. 2021;16(1):167. <https://doi.org/10.1186/s13023-021-01799-0>

این مورد پیچیدگی‌های مدیریت آژنزی ساکرال سندرومیک را نشان می‌دهد و بر ضرورت رویکردی چندتخصصی تأکید می‌کند، هرچند اجرای عملی چنین مراقبتی در دنیای واقعی با چالش‌هایی همراه است. بیمار با مجموعه‌ای از علائم شامل آژنزی ساکرال، تغییر شکل ستون فقرات، کیست تراتوم و وجود دو دهانه واژن مراجعه کرد که همگی به‌شدت نشان می‌دادند که یک بیماری زمینه‌ای سندرومیک، احتمالاً سندروم کورارینو یا ناهنجاری مشابه وجود دارد^(۷،۱۰). به دلیل شدت کمردرد در بیمار، مداخله جراحی از طریق فیکساسیون اسپینوپلوئیس ضروری بود. کشف و برداشت کیست تراتوم حین عمل فیکساسیون نقطه عطفی در روند درمان این بیمار بود؛ زیرا هم مانع از بروز عوارض فشاری احتمالی شد و هم بیمار را از یک مورد تغییر شکل ساده به یک مورد محتمل سندرومیک تبدیل کرد. استفاده از پیچ‌های پدیکولار و ایلپاک در فیکساسیون اسپینوپلوئیس پایداری لازم را فراهم کرد و احتمالاً از تغییر شکل‌های بیشتر جلوگیری خواهد کرد. با این حال، پیگیری طولانی‌مدت برای ارزیابی سلامت ایمپلنت‌ها و روند بهبودی عملکردی ضروری باقی می‌ماند^(۶). اگرچه نتیجه جراحی توانست مشکلات مکانیکی و علائم فوری بیمار را برطرف کند، زمینه‌ی سندرومیک وسیع‌تر به ارزیابی مداوم نیاز دارد. نامنظمی‌های قاعدگی و وجود دو مجرای واژینال در بیمار، ضرورت بررسی‌های زنان و زایمان را نشان می‌دهد و وجود یک تراتوم نیز نگرانی‌هایی را درباره احتمال وجود سندرم‌های ژنتیکی یا تکاملی ایجاد می‌کند. متأسفانه نبود مراقبت هماهنگ چندتخصصی در بسیاری از مراکز توانایی پرداختن مؤثر به این مسائل درهم‌تنیده را محدود می‌کند. آزمایش‌های ژنتیک می‌توانند دیدگاه ارزشمندی درباره علت‌شناسی چنین بیماران فراهم کنند و به ما در بهینه‌سازی راهبردهای درمانی کمک کنند^(۸). با این حال، هزینه‌های بالای این آزمایش‌ها و نیز نتایج اغلب غیرقطعی آن‌ها عملاً باعث می‌شود در بسیاری از موارد - از جمله همین بیمار که توانایی پرداخت هزینه را نداشت - کاربرد بالینی چندانی نداشته باشند. در چنین شرایطی، بهترین تشخیص معمولاً از یک رویکرد جامع چندتخصصی حاصل می‌شود که شامل همکاری میان ارتوپدی، ژنتیک، زنان و زایمان، نورولوژی و اندوکرینولوژی است. با وجود این، محدودیت‌های زمانی و نبود دسترسی کافی به متخصصان اغلب به نادیده گرفته شدن برخی جنبه‌های مراقبتی منجر می‌شود و در نتیجه تشخیص و درمان به‌موقع به تعویق می‌افتد. این مورد بر اهمیت ایجاد چهارچوب‌های چندتخصصی در دسترس برای تضمین مراقبت جامع تأکید می‌کند. حتی در محیط‌هایی با منابع محدود، اولویت دادن به همکاری بین‌رشته‌ای می‌تواند به شناسایی و درمان بهتر بیماری زمینه‌ای و تظاهرات سیستمیک آن کمک کند. برای بیماران مبتلا به آژنزی ساکرال سندرومیک، ادامه تحقیقات در زمینه آزمایش‌های ژنتیک مقرون‌به‌صرفه و تکنیک‌های جراحی پیشرفته برای بهبود پیامدهای حیاتی خواهد بود.

تسریع التیام شکستگی با استفاده از پودر لیوفیلیزه L-PRF زنونژیک (اسب) در ترمیم استخوان در مدل حیوانی موش صحرایی

چکیده:

مقدمه: ضایعات استخوانی ناشی از تروما، موقعیت‌های پاتولوژیک، یا مداخلات جراحی اغلب نیازمند راهکارهای پیشرفته ترمیمی هستند، خصوصاً زمانی که بدن به خودی خود قادر به ترمیم ضایعه بحرانی استخوان نمی‌باشد. در میان فاکتورهای ترمیمی، فیبرین غنی از پلاکت و لوکوسیت (L-PRF) به دلیل خاصیت ترمیم استخوان آن در هر دو فرم خودی و غیر خودی مورد توجه ویژه‌ای قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها: برای بررسی L-PRF لیوفیلیزه گرفته شده از خون اسب، از موش‌های صحرایی نر بالغ استفاده شد. موش‌ها به ۴ گروه تقسیم شدند که در یکسری از گروه‌ها بر روی ضایعه‌ای که در استخوان زند زیرین ایجاد شده بود، بافت خودی استخوان قرار گرفت. L-PRF از خون اسب تهیه شد و بعد از لیوفیلیزه کردن در ناحیه ضایعه قرار داده شد. سپس روند ترمیم استخوان بوسیله رادیولوژی و هیستوپاتولوژی بررسی شد و مورد تحلیل آماری قرار گرفت.

نتایج و بحث: تفسیرهای رادیوگرافی و هیستوپاتولوژی نشان دادند که گروه اتوگرافت + L-PRF بیشترین میزان ترمیم استخوان، با بالاترین امتیاز Lane and sandhu، را داشته است. این گروه در مقایسه با گروه L-PRF و گروه خالی پیشرفت بیشتری در تبدیل بافت غضروفی به استخوانی داشته است. گروه اتوگرافت نیز نسبت به گروه L-PRF برتری مشخصی داشت. در این تحقیق گروه خالی نتوانست بافت استخوانی مورد نیاز برای ترمیم ضایعه را تشکیل دهد و تنها بافت پیوندی تشکیل شد. بدین ترتیب اثر هم افزایی L-PRF با گرافت خودی استخوان به خوبی مشخص شد. **نتیجه‌گیری:** در این مطالعه L-PRF به دست آمده از خون اسب خصوصاً در موارد همراهی با اتوگرافت خودی، تاثیر قابل توجهی در ترمیم ضایعات بحرانی استخوان زند زیرین در موش‌های صحرایی داشته است.

واژگان کلیدی: فیبرین غنی از پلاکت و لوکوسیت (L-PRF)، L-PRF غیر خودی، ترمیم استخوان، ضایعه بحرانی استخوان، موش صحرایی، رادیولوژی، هیستوپاتولوژی

پذیرش مقاله: ۴۸ روز قبل از چاپ

دکتر سبحان رضویان،^۱ دکتر امین بیغم صادق،^۲ دکتر احمد عریان،^۱ دکتر ابوتراب طباطبایی نائینی

مقدمه

بافت استخوانی می‌تواند تحت تاثیر عوامل مختلفی دچار آسیب شود از جمله تروما، موقعیت‌های پاتولوژیک و مداخلات جراحی^(۱). پاسخ بیولوژیکی بدن به این آسیب‌ها بسیار پیچیده و شامل بکارگیری واسطه‌های مختلف مولکولی و سلولی لازم برای ترمیم استخوان است^(۲-۵). محققان با استفاده از مکانیسم‌های ترمیمی داخلی و فاکتورهای خودی، پیشرفت قابل توجهی در ترمیم استخوان داشته‌اند^(۶). تحقیقات اخیر نشان داده‌اند که بیومتریال‌ها تاثیر بسزایی در ترمیم ضایعات بحرانی استخوان دارند^(۷). ضایعه بحرانی ضایعه‌ای است که بدن به خودی خود قابلیت ترمیم آن را نداشته و نیاز به مداخله جراحی وجود دارد^(۸). در میان بیومتریال‌های استفاده شده، L-PRF نقش قابل توجهی در ترمیم استخوان داشته است خصوصاً در دندانپزشکی و جراحی‌های فک و دهان^(۹-۱۷).

فیبرین، فرم فعال شده‌ی مولکول فیبرینوژن می‌باشد که نقش اساسی در تجمع پلاکتی و انعقاد خون دارد. تحقیقات نشان داده‌اند که در نتیجه سانتریفیوژ خون می‌تواند فاکتوری به نام L-PRF را استخراج کرد که نقش خوبی در ترمیم و بازسازی استخوان دارد. L-PRF نسل جدیدی از کنسانتره‌های پلاکتی محسوب می‌شود که در فرآیند ساخت آن هیچ گونه ماده ضد انعقاد و یا ماده خارجی دیگری استفاده نمی‌شود و به همین دلیل ساختار فیبرینی طبیعی و فاکتورهای داخل خود را به خوبی حفظ می‌کند^(۱۸).

مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۲ نشان داد که L-PRF می‌تواند در داخل ماتریکس فیبرینی خود مقادیر قابل توجهی از فاکتورهای رشد را حبس کند و قابلیت خود در ترمیم ضایعات استخوانی و جراحی‌های ارتوپدی را افزایش دهد^(۱۹). همچنین مطالعه‌ای در سال ۲۰۲۲ نشان داد که L-PRF نقش قابل توجهی در ترمیم ضایعات مجسمه انسان ایفا کرده است و در مقایسه با روش‌های مرسوم ترمیمی دیگر عملکرد بهتری در نتایج مطالعات بالینی داشته است^(۲۰).

۱. گروه جراحی و رادیولوژی دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
۲. گروه پاتولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

نویسنده مسئول:

دکتر امین بیغم صادق

Email address:

dr.bigham@gmail.com

مدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۰۰۰ قرار گرفت. بعد از اتمام سانتریفیوژ سه لایه جداگانه در لوله‌ها ایجاد شد: لایه بالایی پلاسمای بدون سلول، لایه میانی حاوی L-PRF، و لایه پایینی حاوی اریتروسیت‌ها. لخته L-PRF با استفاده از یک پنس استریل با دقت از بقیه محتویات، در شرایط کاملاً استریل، جدا شد^(۱۸،۲۳).

تهیه L-PRF لیوفیلیزه

لخته‌های L-PRF تازه بدست آمده از خون اسب در لوله‌های استریل قرار گرفتند. به طوری که تنها یک دهم هر لوله از نمونه پر شد. لوله‌ها با پارافیلیم بسته شدند در حالیکه بر روی آن چند عدد سوراخ تعبیه شد تا جابجایی اندک هوا وجود داشته باشد و نمونه‌ها حین فرآیند لیوفیلیزه کردن به بیرون پرت نشوند. نمونه‌ها یک شب در فریزر -۸۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و سپس در دستگاه لیوفیلیزه قرار گرفتند. پروتوکول دستگاه به این صورت تنظیم شد:

Cold trap temperature: $-45^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, Initial vacuum pressure: 0.1 mbar, Primary drying time: 17 h, Final vacuum pressure: 0.001 mbar, Secondary drying time: 8 h

بعد از اتمام فرآیند، پودر L-PRF به دست آمده جمع‌آوری شد و در لوله‌های استریل و در بسته به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق نگهداری شد.

فرآیند جراحی

حیوانات با استفاده از ترکیبی از داروهای کتامین، آسه پرومازین و دیازپام، بیهوشی عمومی تزریقی دریافت کردند. موهای ناحیه جراحی بر روی دست چپ تراشیده شد و آماده‌سازی جراحی انجام شد. برشی طولی بر روی سطح جلویی-جانبی دست ایجاد شد و قسمت میانی استخوان زنده زبرین در معرض مشاهده قرار گرفت. بوسیله مته ای ۳ میلی متری، ضایعه ای به همان اندازه بر روی استخوان زنده زبرین ایجاد شد در حالیکه قطر خود استخوان در حدود ۱/۲ میلی متر بود. به همین ترتیب و طبق گفته‌های قبلی حیوانات در چهار گروه مجزا تقسیم شدند. محل برش در شرایط کاملاً استریل با یک بخیه ضربدری بسته شد. در نهایت برای جلوگیری از عفونت بعد از جراحی، ۱ میلی لیتر داروی انزوفلوکساسین ۱۰ درصد در آب رقیق شد و به حیوانات تجویز شد.

بررسی رادیولوژی

بعد از اعمال بیهوشی در حیوانات، عکس رادیولوژی از دست چپ در روزهای ۳۵ و ۶۴ بعد از جراحی در نمای جانبی توسط دستگاه رادیولوژی دیجیتال گرفته شد. فاصله منبع تا فیلم ۷۰ سانتی متر تنظیم شد و اشعه x-ray نیز بر روی 45kV و 20mA/s تنظیم شد. رادیوگراف‌های گرفته شده بوسیله سیستم تغییر یافته Lane and Sandhu ارزیابی و امتیاز بندی شد.

بررسی هیستوپاتولوژی

در روز ۶۴، تمام حیوانات به روش انسانی معدوم شدند و نمونه‌های استخوانی تهیه و به آزمایشگاه تخصصی پاتولوژی برای ارزیابی

L-PRF در ترکیب با تکنیک‌های دیگر ترمیمی قابلیت بیشتری در فرآیند‌های ترمیمی و بازسازی استخوان از خود نشان داده است، برای مثال مطالعه Sadeghian et al. نقش مثبت L-PRF در ترکیب با photobiomodulation therapy (PBMT) را در فرآیند ترمیم استخوان نشان داده است^(۲۱). بیشتر تحقیقات بر روی L-PRF خودی تمرکز داشته‌اند، در صورتی که تحقیقات اخیر نشان داده‌اند که L-PRF غیر خودی نیز نقش قابل توجهی در ترمیم و بازسازی ضایعات بحرانی استخوان ایفا می‌کند^(۲۲). در این مطالعه از پودر L-PRF لیوفیلیزه بدست آمده از خون اسب استفاده شده است تا تاثیر آن بر ترمیم ضایعات بحرانی ایجاد شده بر استخوان زنده زبرین موش صحرایی مورد ارزیابی قرار بگیرد. تا امروز آخرین تحقیقی که از L-PRF غیر خودی استفاده کرده است، مطالعه Khanbazi et al. است که از L-PRF بدست آمده از خون گاو استفاده شده است^(۲۳).

مواد و روش‌ها

مدل حیوانی

در این مطالعه از موش‌های صحرایی سفید نر بالغ نژاد Wistar استفاده شد. این مدل حیوانی به دلیل تشابه‌های فیزیولوژیک و بیولوژیک زیادی که با بدن انسان دارد و همچنین امکان ارزیابی آسانی که در اختیار محقق قرار می‌دهد، در تحقیقات بسیاری مورد استفاده قرار می‌گیرد^(۲). تعداد ۲۰ عدد موش صحرایی سالم با وزن ۱۸۰-۲۰۰ گرم در این مطالعه به کار گرفته شد.

گروه بندی حیوانات

حیوانات به صورت تصادفی در ۴ گروه مختلف تقسیم شدند (هر گروه ۵ عدد)، و در قفس‌های مخصوص آزمایشگاهی در یک محیط قابل کنترل قرار گرفتند. حیوانات دسترسی آزاد به پلت استاندارد آزمایشگاهی و آب داشتند. بعد از یک روز تطبیق حیوانات با محیط، و بررسی سلامت آن‌ها، همگی علامت‌گذاری شدند و به بخش جراحی دانشکده دامپزشکی دانشگاه شیراز انتقال یافتند. این مطالعه در ۴ گروه انجام شد: گروه اول (کنترل منفی): ضایعه استخوانی بدون درمان. گروه دوم (کنترل مثبت): ضایعه استخوانی به همراه گرافت خودی استخوان بدست آمده از محل ضایعه. گروه سوم: ضایعه استخوانی به همراه پودر L-PRF لیوفیلیزه بدست آمده از خون اسب در ترکیب با گرافت خودی. گروه چهارم: ضایعه استخوانی فقط به همراه پودر L-PRF.

تهیه L-PRF غیر خودی

بعد از بررسی سلامت یکی از اسب‌های نگهداری شده در اصطبل دانشکده دامپزشکی دانشگاه شیراز، ۲۰ میلی لیتر خون از آن گرفته شد و در لوله مخصوص بدون هیچ ماده ضد انعقادی قرار گرفت. نمونه خون در کمتر از ۱ دقیقه به آزمایشگاه برده شد و بلافاصله در دستگاه سانتریفیوژ طی

Kruskal Wallis در مواردی که اختلاف معنی داری وجود داشت ($p \leq 0/05$)، تست Mann-Whitney U انجام گرفت.

بر طبق یافته جدول، گروه خالی در مقایسه با گروه اتوگرافت و گروه اتوگرافت+L-PRF عملکرد ضعیف تری هم در روز ۳۵ و هم در روز ۶۴ داشته است. در روز ۳۵ گروه اتوگرافت عملکرد بهتری در مقایسه با گروه L-PRF نشان داده است ($p \leq 0/05$). همچنین هم در روز ۳۵ و هم ۶۴، گروه اتوگرافت+L-PRF عملکرد بسیار بهتری را نسبت به گروه L-PRF نشان داده است که امتیاز میانگین ۸ را هم کسب کرده است. این نتایج نشان می‌دهد که گروه اتوگرافت+L-PRF پاسخ ترمیمی بهتری را ارائه داده است. در میان باقی گروه‌ها تغییر معنی داری مشاهده نشد ($P > 0/05$).

یافته های هیستوپاتولوژی

ارزیابی پاتولوژی که در روز ۶۴ بعد از جراحی انجام گرفت نشان داد: در گروه خالی، بافت پیوندی نامنظم در محل ضایعه تشکیل شد. حواشی ضایعه دارای سلول‌های فیبروبلاست، فیبروسیت و کلاژن بود ولی هیچ نشانه‌ای از تشکیل استخوان یا غضروف در این گروه مشاهده نشد (شکل ۱). در گروه اتوگرافت، سلول‌های کندروسیت بافت غضروفی و کانال‌های هاورس بافت استخوانی قابل مشاهده هستند (شکل ۲). در گروه اتوگرافت+L-PRF بافت استخوانی نابالغ تشکیل شد و روند تبدیل بافت غضروفی به استخوانی مشهود است (شکل ۳). در گروه L-PRF، بافت پیوندی و غضروفی در محل ضایعه حضور داشتند و بافت استخوانی اسفنجی ابتدایی مشاهده شد (شکل ۴).

نتایج ارزیابی هیستوپاتولوژی گروه‌ها در جدول ۳ آمده است. داده‌ها ابتدا توسط تست Kruskal-Wallis مورد ارزیابی قرار گرفتند و در مواردی که اختلاف معنی دار آماری وجود داشت ($p \leq 0/05$)، از تست Mann-Whitney U استفاده شد. با توجه به سیستم درجه بندی امری، گروه خالی تفاوت معنی داری را با گروه اتوگرافت ($p = 0/01$) و اتوگرافت+L-PRF ($p = 0/80$) نشان داد که از هر دو گروه عملکرد ضعیف‌تری داشته است.

هیستوپاتولوژی ارسال شدند. نمونه‌ها در فرمالین ۱۰ درصد فیکس شدند، در اسید فرمیک دکلسیفه شدند و در نهایت در بلوک‌های پارافینی قرار گرفتند. بعد از دهیداتاسیون و پاکسازی نمونه‌ها، مقطع‌های ۵ میکرونی تهیه شد و تحت رنگ آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین (H&E) قرار گرفت تا اسلاید هیستوپاتولوژی مربوطه تهیه شود.

در نهایت اسلاید‌ها توسط یک پاتولوژیست دامپزشک مورد ارزیابی قرار گرفت و بر اساس سیستم درجه بندی امری^(۳۶) برای ترمیم استخوان امتیاز بندی شد (جدول ۱).

ارزیابی آماری

داده‌های بدست آمده در نرم افزار اکسل دسته بندی شد، جداول در نرم افزار ورد طراحی شد و تمام داده‌ها در نهایت توسط نرم افزار spss آنالیز آماری شد.

از تست Kruskal-Wallis non-parametric one-way ANOVA برای ارزیابی تفاوت معنی دار بین گروه‌ها استفاده شد و هرچاییکه این تفاوت معنی دار بود ($p \leq 0/05$) از تست Mann-Whitney U استفاده گردید.

نتایج

ارزیابی بالینی

در حین این مطالعه هیچ گونه مرگ بعد از جراحی رخ نداد و هیچ یک از موش‌های صحرایی در محل ضایعه استخوان زند زبرین دچار شکستگی استخوان زند زبرین نشدند.

یافته های رادیولوژی

نتایج حاصل از بررسی رادیولوژیک proximal union، distal union، bone formation و remodeling در جدول زیر (جدول ۲) آورده شده است. در مقایسه داده‌های گروه‌های مختلف و آنالیز آنها با تست

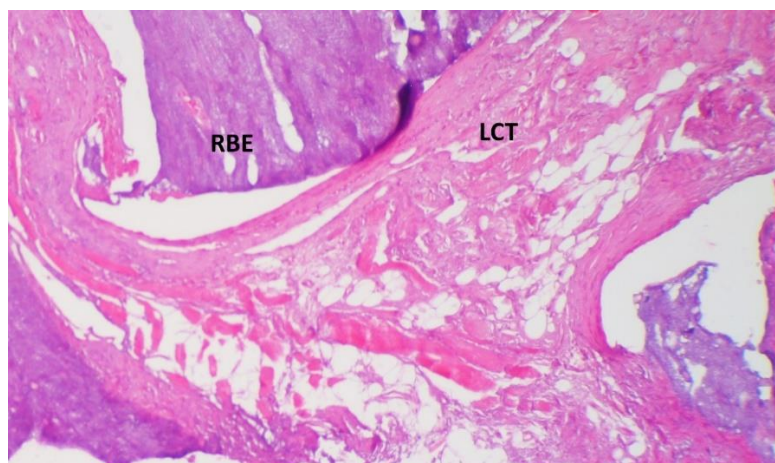
جدول ۱: سیستم درجه بندی امری	
درجه	نقیصه
۰	خالی
۱	فقط بافت پیوندی فیبروزی
۲	بافت فیبروزی بیشتر از غضروف
۳	غضروف بیشتر از بافت فیبروزی
۴	فقط غضروف
۵	غضروف بیشتر از استخوان
۶	استخوان بیشتر از غضروف
۷	فقط استخوان

جدول ۲: نتایج حاصل از بررسی رادیولوژیک proximal union, distal union, bone formation و remodeling در گروه‌های مختلف مورد مطالعه به روش امتیاز دهی sandhu و lane

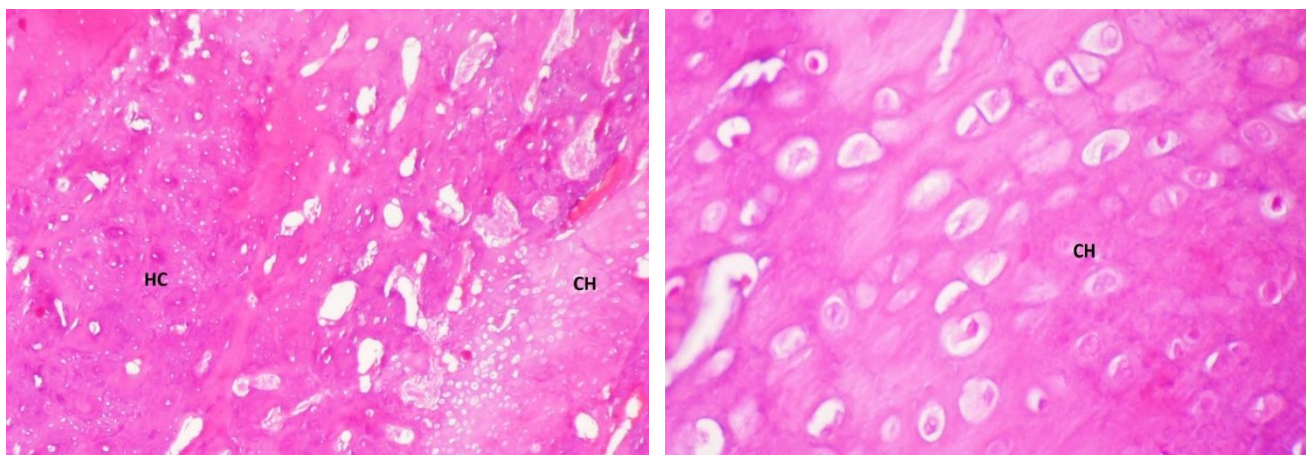
گروه روز	گروه خالی (حداکثر-حداقل) میانه	گروه اتوگرافت (حداکثر-حداقل) میانه	L-PRF (حداکثر-حداقل) میانه	گروه اتوگرافت+L-PRF (حداکثر-حداقل) میانه	p ^a
روز ۳۵	۳(۱-۳)	۷(۵-۸)	۴(۳-۴)	۸(۶-۸)	۰/۰۰۴
روز ۶۴	۴(۴-۵)	۷(۴-۸)	۵(۴-۷)	۸(۸-۸)	۰/۰۱

جدول ۳- نتایج حاصل از بررسی پاتولوژیک در گروه‌های مختلف مورد مطالعه به روش امتیازدهی التیام استخوان امری

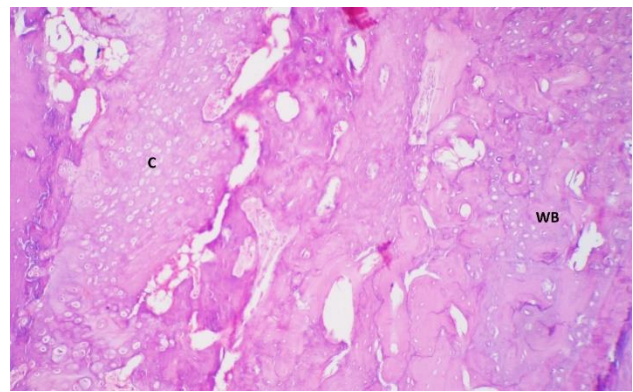
گروه	گروه خالی (حداکثر-حداقل) میانه	گروه اتوگرافت (حداکثر-حداقل) میانه	L-PRF (حداکثر-حداقل) میانه	گروه اتوگرافت+L-PRF (حداکثر-حداقل) میانه	p ^a
نتایج اسکوربندی هیستوپاتولوژی هفته ۸	۱(۱-۳)	۶(۵-۶)	۳(۴-۳)	۵(۴-۵)	۰/۰۰۳



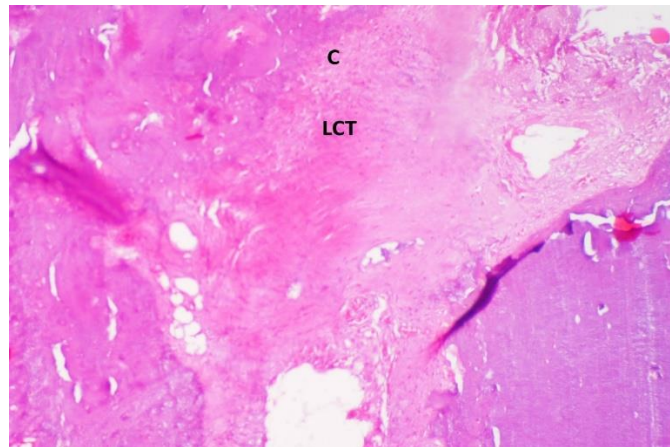
شکل ۱: عکس پاتولوژی از محل ضایعه گروه درمان نشده (defect) با رنگ آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین با بزرگنمایی ۴۰ برابر (RBE: radial bone edge, LCT: loose connective tissue)



شکل ۲: عکس‌های پاتولوژی از محل ضایعه گروه اتوگرافت با رنگ آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین با بزرگنمایی ۴۰ و ۴۰۰ برابر (HC: Haversian canal, CH: chondrocyte)



شکل ۳: عکس‌های پاتولوژی از محل ضایعه گروه اتوگرفت+L-PRF با رنگ آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین با بزرگنمایی ۱۰۰ برابر (LCT: loose connective tissue, RBE: radial bone edge, C: cartilage, WB: woven bone).



شکل ۴: عکس پاتولوژی از محل ضایعه گروه L-PRF با رنگ آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین با بزرگنمایی ۴۰ برابر (LCT: loose connective tissue, C: cartilage).

بحث

استخوان، خصوصاً در ترکیب با گرافت خودی، می‌شود. L-PRF به عنوان یک بیومتریال خودی ریسک عفونت و انتقال بیماری را کاهش می‌دهد^(۳۰). همچنین ساختار متراکم ماتریکس فیبرینی باعث بهبود اتصال و تکثیر سلول‌ها به هنگام التهاب می‌شود. L-PRF فاکتوری با ارزش در علم پزشکی ترمیمی می‌باشد چرا که باعث بهبود ترمیم بافت نرم و سخت می‌شود^(۳۱).

مطالعه حاضر تاثیر L-PRF بر بهبود ترمیم ضایعه بحرانی استخوان زند زبرین موش صحرایی را مورد ارزیابی رادیولوژی و هیستوپاتولوژی قرار می‌دهد. در این مطالعه از خون اسب استفاده شد تا L-PRF غیر خودی جدیدی تهیه شود، و نتایج نشان داد که تاثیر خوبی بر ترمیم استخوان داشته است. همانطور که تحقیقات بسیاری نشان داده‌اند که L-PRF تاثیر مثبتی بر ترمیم استخوان دارد^(۳۲-۳۵)، دور از انتظار نبود که در مطالعه حاضر نیز به نتایج قابل قبولی دست پیدا کنیم. مطابق بر تحقیقات گذشته، کنسانتره‌های پلاکتی دارای فیبرین و L-PRF یک ماتریکس سه بعدی ایجاد می‌کنند که باعث تقویت اتصال سلولی، تکثیر سلولی، عروق زایی و آزادسازی تدریجی فاکتورهای رشد می‌شوند و همزمان تاثیر ضد

فیبرین غنی از پلاکت و لوکوسیت (L-PRF) نسبت به کنسانتره‌های پلاکتی قبل از خود دارای مزایای بسیاری است از جمله اینکه برای تولید این ماده نیاز به هیچ گونه ماده ضد انعقاد و یا افزودنی نمی‌باشد و اینکه ماتریکس متراکمی که توسط این فاکتور ایجاد می‌شود باعث آزادسازی به تدریج سیتوکین‌ها می‌شود. از طرف دیگر تولید آن به صرفه است و حضور لوکوسیت‌ها در ساختار آن باعث فعالسازی سیستم ایمنی بدن می‌شود^(۳۷).

فیبرین غنی از پلاکت و لوکوسیت (L-PRF) یک ماتریکس فیبرینی متراکمی تولید می‌کند که جمعیت قابل توجهی از لوکوسیت‌ها و پلاکت‌ها را در ساختار خود دارد و باعث آزادسازی تدریجی فاکتورهای رشدی مانند BMP-2 و TGF- β 1، PDGF-AB، VEGF، به مدت ۷ روز می‌شود^(۳۸،۳۹).

شبکه فیبرینی بوجود آمده در حین سانتریفیوژ یک ساختار سه بعدی ایجاد می‌کند که باعث تکثیر سلولی در داخل آن و بهبود ترمیم زخم و

همین ترتیب تحقیقات آینده باید تمرکز بیشتری بر روی این ترکیبات تازه داشته باشند و همچنین تاثیر ترکیب این فاکتورها با فاکتورهای دیگر مثل استخوان خودی را بیشتر بررسی کنند.

نتیجه‌گیری

پودر لیوفیلیزه L-PRF یک بیومتریال خودی است که از طریق ماتریکس فیبرینی متراکم، آزادسازی تدریجی فاکتورهای رشد، کم کردن التهاب، عروق زایی و تکثیر سلولی، باعث بهبود ترمیم استخوان می‌شود. این مطالعه نشان داد که پودر لیوفیلیزه L-PRF غیر خودی بدست آمده از خون اسب نقش مثبتی بر بازسازی ضایعات بحرانی استخوان زند زیرین موش‌های صحرایی دارد. علاوه بر این ترکیب L-PRF با اتوگرافت نتایج بهتری در مقایسه با L-PRF تنها در فرآیند ترمیم استخوان ارائه می‌دهد.

منابع

- 1 Sathyendra V, Darowish M. Basic science of bone healing. *Hand clinics*. 2013;29(4):473-81.
- 2 Oryan A, Monazzah S, Bigham-Sadeh A. Bone injury and fracture healing biology. *Biomedical and environmental sciences*. 2015;28(1):57-71.
- 3 Florencio-Silva R, Sasso GRdS, Sasso-Cerri E, Simões MJ, Cerri PS. Biology of bone tissue: structure, function, and factors that influence bone cells. *BioMed research international*. 2015;2015(1):421746.
- 4 Loi F, Córdova LA, Pajarinen J, Lin T-h, Yao Z, Goodman SB. Inflammation, fracture and bone repair. *Bone*. 2016;86:119-30.
- 5 Schini M, Vilaca T, Gossiel F, Salam S, Eastell R. Bone turnover markers: basic biology to clinical applications. *Endocrine Reviews*. 2023;44(3):417-73.
- 6 Coucke B, Dilissen E, Cremer J, Schrijvers R, Theys T, Van Gerven L. Leukocyte-and Platelet-Rich Fibrin for enhanced tissue repair: an in vitro study characterizing cellular composition, growth factor kinetics and transcriptomic insights. *Molecular Biology Reports*. 2024;51(1):954.
- 7 Călin C, Dima O, Ancuta DL, Coman C, Pameijer CH, Paulsen F, et al. Guided bone regeneration using beta-tricalcium phosphate and leucocyte platelet-rich fibrin versus a novel biodegradable urethane composite in critical-size osseous defects in rabbit tibia: histologic results of a pilot study. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*. 2025;152672.
- 8 Nauth A, Schemitsch E, Norris B, Nollin Z, Watson JT. Critical-size bone defects: is there a consensus for diagnosis and treatment? *Journal of orthopaedic trauma*. 2018;32:S7-S11.
- 9 Mudalal M, Wang Z, Mustafa S, Liu Y, Wang Y, Yu J, et al. Effect of Leukocyte-Platelet Rich Fibrin (L-PRF) on tissue regeneration and proliferation of human gingival fibroblast cells cultured using a modified method. *Tissue Engineering and Regenerative Medicine*. 2021;18(5):895-904.
- 10 Xu J, Ren H, Zhao S, Li Q, Li C, Bao G, et al. Comparative effectiveness of hyaluronic acid, platelet-rich plasma, and platelet-rich fibrin in treating temporomandibular disorders: a systematic review and network meta-analysis. *Head & Face Medicine*. 2023;19(1):39.

میکروبی و ضد درد هم دارند. این یافته‌ها هم جهت با مطالعه ما نشان می‌دهد که L-PRF نقش بسزایی در بهبود فرآیند ترمیم ضایعات استخوانی دارد^(۳۶،۳۷). در حالیکه مطالعات گذشته از فرم‌های دیگر L-PRF استفاده کرده‌اند، ما از L-PRF لیوفیلیزه استفاده کردیم که مطالعه Qi Li et al. نیز نشان داده است که L-PRF لیوفیلیزه نسبت به L-PRF ساده دارای قدرت ترمیمی بالاتر، نفوذ بهتر به محل ضایعه و زمان نگهداری بالاتری می‌باشد^(۳۸). یافته‌های یک مطالعه مروری بر بروی ترمیم بافت اطراف دندان (periodontal regeneration)، نشان می‌دهد که استفاده از PRF همراه با open flap debridement (OFD) نسبت به vertical clinical attachment levels (VCAL) radiographic bone fill و clinical attachment levels (HCAL) (RFB) را در مدیریت شکافتگی کلاس دو، در مقایسه با OFD تنها، افزایش می‌دهد. و همچنین ترکیبی از گرافت استخوانی و PRF بهبود قابل توجه و معنی داری در نسبت VCAL/HCAL ایجاد می‌کند^(۳۹). به همین صورت L-PRF در جراحی جمجمه استفاده شده است و تحقیقات نشان داده که تاثیر قابل توجهی در ترمیم سخت شامه در مقایسه با چسب‌های فیبرینی (fibrin sealant) داشته است و به دلیل هزینه تولید پایینتر و در دسترس بودن می‌تواند جایگزین مناسبی باشد^(۴۰). با این که تحقیقات انجام شده نتایج متنوعی داشته‌اند ولی شواهد نشان می‌دهد که L-PRF بوسیله فعال کردن فرآیند‌های سلولی، خاصیت ضد التهابی دارد^(۴۱) و چه تنها و چه در ترکیب با متریال‌های دیگر در مدیریت عفونت بافت اطراف دندان (periodontitis) موثر بوده است^(۴۲).

مطالعه Juan Blanco et al. نشان داد که تاثیر L-PRF بر ترمیم بافت استخوانی شک برانگیز است و نیاز به تحقیقات بیشتر دارد، این در صورتی است که نقش مثبت L-PRF بر روی ترمیم بافت نرم را امری قطعی می‌داند^(۴۳). همچنین مطالعه Fernanda Faot et al. نشان داد که L-PRF باعث بهبود ترمیم ضایعات بحرانی استخوان درشت نی خرگوش نشده است^(۴۴). مطالعه ای نشان داده است که L-PRF در ترکیب با فاکتورهای ترمیمی دیگر می‌تواند تاثیر بهتری در بازسازی استخوان داشته باشد^(۴۵). همانطور که مطالعه José Augusto Gabarra Júnior et al. نشان می‌دهد که ترکیب L-PRF با نانوهیدروکسی آپتیت باعث استخوان سازی بیشتری نسبت به بقیه تکنیک‌های ترمیمی شده است^(۴۶). یافته‌های ما نیز منطبق بر مطالب گفته شده است چراکه گروه اتوگرافت+L-PRF توانست بازسازی و ترمیم بیشتری نسبت به گروه L-PRF ایجاد کند و این نشان دهنده این است که ترکیب L-PRF با یک فاکتور ترمیمی دیگر می‌تواند در فرآیند ترمیم استخوان تاثیر بهتری داشته باشد. همانطور که بسیاری از تحقیق‌ها نشان داده‌اند که اتوگرافت به تنهایی نیز قابلیت منحصر به فردی در تشکیل بافت استخوانی در محل ضایعه دارد^(۴۷-۴۹). مطالعات اخیر نشان داده‌اند که ترکیبات جدید فیبرین غنی از پلاکت مانند فیبرین غنی از پلاکت تزریقی (i-PRF) و فیبرین غنی از پلاکت پیشرفته (A-PRF) می‌توانند نسبت به L-PRF در آزادسازی فاکتورهای رشد و تحریک تشکیل بافت استخوانی بهتر عمل کند. به

- 11 Miron RJ, Fujioka-Kobayashi M, Sculean A, Zhang Y. Optimization of platelet-rich fibrin. *Periodontology* 2000. 2024;94(1):79-91.
- 12 Egierska D, Perszke M, Mazur M, Duś-Ilnicka I. Platelet-rich plasma and platelet-rich fibrin in oral surgery: A narrative review. *Dental and Medical Problems*. 2023;60(1):177-86.
- 13 Moraes RP, Costa FWG, SILVA PGdB, Carvalho FSR, Paz JERM, Matos GC, et al. Impact of L-PRF on pain and healing outcomes in lower third molar surgery: a randomized split-mouth trial. *Brazilian Oral Research*. 2024;38:e089.
- 14 Demirok SO, Eroglu CN, Koc A. Comprehensive analysis of bone tissue in extraction sockets of third molars after leukocyte and platelet rich fibrin and photobiomodulation applications. *Clinical Oral Investigations*. 2024;28(9):483.
- 15 Chmielewski M, Pilloni A, Adamska P. Application of Advanced Platelet-Rich Fibrin in Oral and Maxillo-Facial Surgery: A Systematic Review. *Journal of Functional Biomaterials*. 2024;15(12):377.
- 16 Almutairi M, Alshammari SZ, Almutairi D, Alansari TA, Aldhafiri F, Almutairi AN, et al. Leukocyte-Platelet-Rich Fibrin Combined With Demineralized Bovine Bone Mineral for Maxillary Sinus Augmentation: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Cureus*. 2025;17(6).
- 17 Medeiros-Monzón A, Blanco-Carrión A, Gándara-Vila P, Camolesi G, Pérez-Jardón A, Lorenzo-Pouso AI, et al. Efficacy of leukocyte-and platelet-rich fibrin in the treatment and prevention of medication-related osteonecrosis of the jaw: a prospective study. *Medicina oral, patología oral y cirugía bucal*. 27249.
- 18 Dohan DM, Choukroun J, Diss A, Dohan SL, Dohan AJ, Mouhyi J, et al. Platelet-rich fibrin (PRF): a second-generation platelet concentrate. Part I: technological concepts and evolution. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2006;101(3):e37-e44.
- 19 A Zumstein M, Berger S, Schober M, Boileau P, W Nyffeler R, Horn M, et al. Leukocyte-and platelet-rich fibrin (L-PRF) for long-term delivery of growth factor in rotator cuff repair: review, preliminary results and future directions. *Current pharmaceutical biotechnology*. 2012;13(7):1196-206.
- 20 Van Cleemput T, Hendriks X, Politis C, Spaey Y. Leukocyte-and platelet-rich fibrin: a new method for scalp defect reconstruction. *Dermatologic Surgery*. 2022;48(2):261-2.
- 21 Sadeghian A, Rohani B, Hasannia S, Mashhadiabbas F, Fekrazad R. Synergistic Effect of Photobiomodulation and Leukocyte-Platelet Rich Fibrin on Bone Regeneration in Rat Critical Defects. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*. 2025:104687.
- 22 Khanbazi M, Bigham-Sadegh A, Oryan A, Meimandi-Parizi A, Jannesar A. The effects of allogeneic and xenogeneic lyophilized leukocyte-and platelet-rich fibrin on bone healing in rat. *Injury*. 2024;55(3):111396.
- 23 Crisci A, Lombardi D, Serra E, Lombardi G, Cardillo F, Crisci M. Standardized protocol proposed for clinical use of L-PRF and the use of L-PRF Wound Box®. *Journal of Unexplored Medical Data*. Volume. 2017;2:78.
- 24 Wang Z, Han L, Sun T, Wang W, Li X, Wu B. Preparation and effect of lyophilized platelet-rich fibrin on the osteogenic potential of bone marrow mesenchymal stem cells in vitro and in vivo. *Heliyon*. 2019;5(10).
- 25 Lane JM, Sandhu HS. Current approaches to experimental bone grafting. *Orthopedic Clinics of North America*. 1987;18(2):213-25.
- 26 Emery SE, Brazinski MS, Koka A, Bensusan JS, Stevenson S. The biological and biomechanical effects of irradiation on anterior spinal bone grafts in a canine model. *JBJS*. 1994;76(4):540-8.
- 27 Ehrenfest DMD, Rasmusson L, Albrektsson T. Classification of platelet concentrates: from pure platelet-rich plasma (P-PRP) to leucocyte-and platelet-rich fibrin (L-PRF). *Trends in biotechnology*. 2009;27(3):158-67.
- 28 Tablin F, Walker NJ, Hogle SE, Pratt SM, Norris JW. Assessment of platelet growth factors in supernatants from rehydrated freeze-dried equine platelets and their effects on fibroblasts in vitro. *American journal of veterinary research*. 2008;69(11):1512-9.
- 29 Dohan Ehrenfest DM, Pinto NR, Pereda A, Jiménez P, Corso MD, Kang B-S, et al. The impact of the centrifuge characteristics and centrifugation protocols on the cells, growth factors, and fibrin architecture of a leukocyte-and platelet-rich fibrin (L-PRF) clot and membrane. *Platelets*. 2018;29(2):171-84.
- 30 INCHINGOLO F, Tatullo M, Marrelli M, Inchingolo A, SCACCO S, Inchingolo A, et al. Trial with Platelet-Rich Fibrin and Bio-Oss used as grafting materials in the treatment of the severe maxillar bone atrophy: clinical and radiological evaluations. *European Review for Medical & Pharmacological Sciences*. 2010;14(12).
- 31 Quirynen M, Blanco J, Wang HL, Donos N, Temmerman A, Castro A, et al. Instructions for the use of L-PRF in different clinical indications. *Periodontology* 2000. 2025;97(1):420-32.
- 32 Ehrenfest DMD, Diss A, Odin G, Doglioli P, Hippolyte M-P, Charrier J-B. In vitro effects of Choukroun's PRF (platelet-rich fibrin) on human gingival fibroblasts, dermal prekeratinocytes, preadipocytes, and maxillofacial osteoblasts in primary cultures. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2009;108(3):341-52.
- 33 Ehrenfest DMD, Doglioli P, de Peppo GM, Del Corso M, Charrier J-B. Choukroun's platelet-rich fibrin (PRF) stimulates in vitro proliferation and differentiation of human oral bone mesenchymal stem cell in a dose-dependent way. *Archives of oral biology*. 2010;55(3):185-94.
- 34 Chang IC, Tsai CH, Chang YC. Platelet-rich fibrin modulates the expression of extracellular signal-regulated protein kinase and osteoprotegerin in human osteoblasts. *Journal of biomedical materials research Part A*. 2010;95(1):327-32.
- 35 Clipet F, Tricot S, Alno N, Massot M, Solhi H, Cathelineau G, et al. In vitro effects of Choukroun's platelet-rich fibrin conditioned medium on 3 different cell lines implicated in dental implantology. *Implant dentistry*. 2012;21(1):51-6.
- 36 Everts PA, Lana JF, Alexander RW, Dallo I, Kon E, Ambach MA, et al. Profound properties of protein-rich, platelet-rich plasma matrices as novel, multi-purpose biological platforms in tissue repair, regeneration, and wound healing. *International Journal of Molecular Sciences*. 2024;25(14):7914.
- 37 Pinto N, Yu J, Koirala S, Mourão CF, Andrade C, Rescigno E, et al. L-PRF in extra-oral wound care. *Periodontology* 2000. 2025;97(1):342-62.

- 38 Li Q, Reed DA, Min L, Gopinathan G, Li S, Dangaria SJ, et al. Lyophilized platelet-rich fibrin (PRF) promotes craniofacial bone regeneration through Runx2. *International journal of molecular sciences*. 2014;15(5):8509–25.
- 39 Miron RJ, Moraschini V, Estrin NE, Shibli JA, Cosgarea R, Jepsen K, et al. Periodontal Regeneration using Platelet-Rich Fibrin. Furcation defects: a systematic review with meta-analysis. *Periodontology 2000*. 2025;97(1):191–214.
- 40 Coucke B, De Vleeschouwer S, van Loon J, Van Calenbergh F, Van Hoylandt A, Van Gerven L, et al. Leukocyte-and platelet-rich fibrin in cranial surgery: a single-blinded, prospective, randomized controlled noninferiority trial. *Journal of Neurosurgery*. 2024;141(2):500–8.
- 41 Strauss F-J, Nasirzade J, Kargarpour Z, Stähli A, Gruber R. Effect of platelet-rich fibrin on cell proliferation, migration, differentiation, inflammation, and osteoclastogenesis: a systematic review of in vitro studies. *Clinical oral investigations*. 2020;24(2):569–84.
- 42 Omar YK, Rashidy MAE, Ahmed GB, Aboulela AG. Evaluation of leukocyte-platelet rich fibrin as an antibiotic slow-release biological device in the treatment of moderate periodontitis: a randomized controlled clinical trial. *BMC Oral Health*. 2024;24(1):1530.
- 43 Blanco J, García A, Hermida-Nogueira L, Castro AB. How to explain the beneficial effects of leukocyte-and platelet-rich fibrin. *Periodontology 2000*. 2025;97(1):74–94.
- 44 Faot F, Deprez S, Vandamme K, Camargos GV, Pinto N, Wouters J, et al. The effect of L-PRF membranes on bone healing in rabbit tibiae bone defects: micro-CT and biomarker results. *Scientific reports*. 2017;7(1):46452.
- 45 Idulhaq M, Mudigdo A, Utomo P, Wasita B, Warman FI. Platelet-rich fibrin as a tissue engineering material in accelerate bone healing in rat bone defects: A systematic review and meta-analysis. *Annals of Medicine and Surgery*. 2022;84:104869.
- 46 Júnior JAG, Nóbrega F, Oliveira PG, Bergamo ET, Cadore U, Gomes MZdV, et al. Evaluation of Implant Surface Modification with Nanohydroxyapatite Associated with the Use of L-PRF: In Vivo Study in Rats. *Journal of Functional Biomaterials*. 2023;14(7):370.
- 47 Jensen SS, Broggini N, Hjørting-Hansen E, Schenk R, Buser D. Bone healing and graft resorption of autograft, anorganic bovine bone and β -tricalcium phosphate. A histologic and histomorphometric study in the mandibles of minipigs. *Clinical oral implants research*. 2006;17(3):237–43.
- 48 Marino JT, Ziran BH. Use of solid and cancellous autologous bone graft for fractures and nonunions. *Orthopedic Clinics*. 2010;41(1):15–26.
- 49 Azi ML, Aprato A, Santi I, Kfuri Jr M, Masse A, Joeris A. Autologous bone graft in the treatment of post-traumatic bone defects: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2016;17(1):465.
- 50 Farshidfar N, Amiri MA, Estrin NE, Ahmad P, Sculean A, Zhang Y, et al. Platelet-rich plasma (PRP) versus injectable platelet-rich fibrin (i-PRF): A systematic review across all fields of medicine. *Periodontology 2000*. 2025.
- 51 Ravi S, Santhanakrishnan M. Mechanical, chemical, structural analysis and comparative release of PDGF-AA from L-PRF, A-PRF and T-PRF-an in vitro study. *Biomaterials Research*. 2020;24(1):16.

- 25 Lane JM, Sandhu HS. Current approaches to experimental bone grafting. *Orthopedic Clinics of North America*. 1987;18(2):213–25.
- 26 Emery SE, Brazinski MS, Koka A, Bensusan JS, Stevenson S. The biological and biomechanical effects of irradiation on anterior spinal bone grafts in a canine model. *JBJS*. 1994;76(4):540–8.
- 27 Ehrenfest DMD, Rasmusson L, Albrektsson T. Classification of platelet concentrates: from pure platelet-rich plasma (P-PRP) to leucocyte-and platelet-rich fibrin (L-PRF). *Trends in biotechnology*. 2009;27(3):158–67.
- 28 Tablin F, Walker NJ, Hogle SE, Pratt SM, Norris JW. Assessment of platelet growth factors in supernatants from rehydrated freeze-dried equine platelets and their effects on fibroblasts in vitro. *American journal of veterinary research*. 2008;69(11):1512–9.
- 29 Dohan Ehrenfest DM, Pinto NR, Pereda A, Jiménez P, Corso MD, Kang B-S, et al. The impact of the centrifuge characteristics and centrifugation protocols on the cells, growth factors, and fibrin architecture of a leukocyte-and platelet-rich fibrin (L-PRF) clot and membrane. *Platelets*. 2018;29(2):171–84.
- 30 INCHINGOLO F, Tatullo M, Marrelli M, Inchingolo A, SCACCO S, Inchingolo A, et al. Trial with Platelet-Rich Fibrin and Bio-Oss used as grafting materials in the treatment of the severe maxillar bone atrophy: clinical and radiological evaluations. *European Review for Medical & Pharmacological Sciences*. 2010;14(12).
- 31 Quirynen M, Blanco J, Wang HL, Donos N, Temmerman A, Castro A, et al. Instructions for the use of L-PRF in different clinical indications. *Periodontology 2000*. 2025;97(1):420–32.
- 32 Ehrenfest DMD, Diss A, Odin G, Doglioli P, Hippolyte M-P, Charrier J-B. In vitro effects of Choukroun's PRF (platelet-rich fibrin) on human gingival fibroblasts, dermal prekeratinocytes, preadipocytes, and maxillofacial osteoblasts in primary cultures. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2009;108(3):341–52.
- 33 Ehrenfest DMD, Doglioli P, de Peppo GM, Del Corso M, Charrier J-B. Choukroun's platelet-rich fibrin (PRF) stimulates in vitro proliferation and differentiation of human oral bone mesenchymal stem cell in a dose-dependent way. *Archives of oral biology*. 2010;55(3):185–94.
- 34 Chang IC, Tsai CH, Chang YC. Platelet-rich fibrin modulates the expression of extracellular signal-regulated protein kinase and osteoprotegerin in human osteoblasts. *Journal of biomedical materials research Part A*. 2010;95(1):327–32.
- 35 Clipet F, Tricot S, Alno N, Massot M, Solhi H, Cathelineau G, et al. In vitro effects of Choukroun's platelet-rich fibrin conditioned medium on 3 different cell lines implicated in dental implantology. *Implant dentistry*. 2012;21(1):51–6.
- 36 Everts PA, Lana JF, Alexander RW, Dallo I, Kon E, Ambach MA, et al. Profound properties of protein-rich, platelet-rich plasma matrices as novel, multi-purpose biological platforms in tissue repair, regeneration, and wound healing. *International Journal of Molecular Sciences*. 2024;25(14):7914.
- 37 Pinto N, Yu J, Koirala S, Mourão CF, Andrade C, Rescigno E, et al. L-PRF in extra-oral wound care. *Periodontology 2000*. 2025;97(1):342–62.
- 38 Li Q, Reed DA, Min L, Gopinathan G, Li S, Dangaria SJ, et al. Lyophilized platelet-rich fibrin (PRF) promotes craniofacial bone regeneration through Runx2. *International journal of molecular sciences*. 2014;15(5):8509–25.
- 39 Miron RJ, Moraschini V, Estrin NE, Shibli JA, Cosgarea R, Jepsen K, et al. Periodontal Regeneration using Platelet-Rich Fibrin. Furcation defects: a systematic review with meta-analysis. *Periodontology 2000*. 2025;97(1):191–214.
- 40 Coucke B, De Vleeschouwer S, van Loon J, Van Calenberg F, Van Hoylandt A, Van Gerven L, et al. Leukocyte-and platelet-rich fibrin in cranial surgery: a single-blinded, prospective, randomized controlled noninferiority trial. *Journal of Neurosurgery*. 2024;141(2):500–8.
- 41 Strauss F-J, Nasirzade J, Kargarpour Z, Stähli A, Gruber R. Effect of platelet-rich fibrin on cell proliferation, migration, differentiation, inflammation, and osteoclastogenesis: a systematic review of in vitro studies. *Clinical oral investigations*. 2020;24(2):569–84.
- 42 Omar YK, Rashidy MAE, Ahmed GB, Aboulela AG. Evaluation of leukocyte-platelet rich fibrin as an antibiotic slow-release biological device in the treatment of moderate periodontitis: a randomized controlled clinical trial. *BMC Oral Health*. 2024;24(1):1530.
- 43 Blanco J, García A, Hermida-Nogueira L, Castro AB. How to explain the beneficial effects of leukocyte-and platelet-rich fibrin. *Periodontology 2000*. 2025;97(1):74–94.
- 44 Faot F, Deprez S, Vandamme K, Camargos GV, Pinto N, Wouters J, et al. The effect of L-PRF membranes on bone healing in rabbit tibiae bone defects: micro-CT and biomarker results. *Scientific reports*. 2017;7(1):46452.
- 45 Idulhaq M, Mudigdo A, Utomo P, Wasita B, Warman FI. Platelet-rich fibrin as a tissue engineering material in accelerate bone healing in rat bone defects: A systematic review and meta-analysis. *Annals of Medicine and Surgery*. 2022;84:104869.
- 46 Júnior JAG, Nóbrega F, Oliveira PG, Bergamo ET, Cadore U, Gomes MZdV, et al. Evaluation of Implant Surface Modification with Nanohydroxyapatite Associated with the Use of L-PRF: In Vivo Study in Rats. *Journal of Functional Biomaterials*. 2023;14(7):370.
- 47 Jensen SS, Broggini N, Hjørting-Hansen E, Schenk R, Buser D. Bone healing and graft resorption of autograft, anorganic bovine bone and β -tricalcium phosphate. A histologic and histomorphometric study in the mandibles of minipigs. *Clinical oral implants research*. 2006;17(3):237–43.
- 48 Marino JT, Ziran BH. Use of solid and cancellous autologous bone graft for fractures and nonunions. *Orthopedic Clinics*. 2010;41(1):15–26.
- 49 Azi ML, Aprato A, Santi I, Kfuri Jr M, Masse A, Joeris A. Autologous bone graft in the treatment of post-traumatic bone defects: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2016;17(1):465.
- 50 Farshidfar N, Amiri MA, Estrin NE, Ahmad P, Sculean A, Zhang Y, et al. Platelet-rich plasma (PRP) versus injectable platelet-rich fibrin (i-PRF): A systematic review across all fields of medicine. *Periodontology 2000*. 2025.
- 51 Ravi S, Santhanakrishnan M. Mechanical, chemical, structural analysis and comparative release of PDGF-AA from L-PRF, A-PRF and T-PRF-an in vitro study. *Biomaterials Research*. 2020;24(1):16.

autologous bone grafts, to optimize bone healing outcomes.

Conclusion

lyophilized L-PRF is a versatile autologous biomaterial that enhances tissue regeneration through its dense fibrin matrix, sustained growth factor release, and modulation of inflammation, angiogenesis, and cell proliferation. This study showed that xenogenic lyophilized L-PRF derived from equine blood had a positive impact on the repair of critical-sized radius defects in rats. Moreover, combination of L-PRF with autografts leads to superior healing in bone in comparison to the use of L-PRF alone, indicating a synergistic effect that enhances osteogenic outcomes.

References

- 1 Sathyendra V, Darowish M. Basic science of bone healing. *Hand clinics*. 2013;29(4):473–81.
- 2 Oryan A, Monazzah S, Bigham-Sadegh A. Bone injury and fracture healing biology. *Biomedical and environmental sciences*. 2015;28(1):57–71.
- 3 Florencio-Silva R, Sasso GRdS, Sasso-Cerri E, Simões MJ, Cerri PS. Biology of bone tissue: structure, function, and factors that influence bone cells. *BioMed research international*. 2015;2015(1):421746.
- 4 Loi F, Córdova LA, Pajarinen J, Lin T-h, Yao Z, Goodman SB. Inflammation, fracture and bone repair. *Bone*. 2016;86:119–30.
- 5 Schini M, Vilaca T, Gossiel F, Salam S, Eastell R. Bone turnover markers: basic biology to clinical applications. *Endocrine Reviews*. 2023;44(3):417–73.
- 6 Coucke B, Dilissen E, Cremer J, Schrijvers R, Theys T, Van Gerven L. Leukocyte-and Platelet-Rich Fibrin for enhanced tissue repair: an in vitro study characterizing cellular composition, growth factor kinetics and transcriptomic insights. *Molecular Biology Reports*. 2024;51(1):954.
- 7 Călin C, Dima O, Ancuta DL, Coman C, Pameijer CH, Paulsen F, et al. Guided bone regeneration using beta-tricalcium phosphate and leucocyte platelet-rich fibrin versus a novel biodegradable urethane composite in critical-size osseous defects in rabbit tibia: histologic results of a pilot study. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*. 2025:152672.
- 8 Nauth A, Schemitsch E, Norris B, Nollin Z, Watson JT. Critical-size bone defects: is there a consensus for diagnosis and treatment? *Journal of orthopaedic trauma*. 2018;32:S7–S11.
- 9 Mudalal M, Wang Z, Mustafa S, Liu Y, Wang Y, Yu J, et al. Effect of Leukocyte-Platelet Rich Fibrin (L-PRF) on tissue regeneration and proliferation of human gingival fibroblast cells cultured using a modified method. *Tissue Engineering and Regenerative Medicine*. 2021;18(5):895–904.
- 10 Xu J, Ren H, Zhao S, Li Q, Li C, Bao G, et al. Comparative effectiveness of hyaluronic acid, platelet-rich plasma, and platelet-rich fibrin in treating temporomandibular disorders: a systematic review and network meta-analysis. *Head & Face Medicine*. 2023;19(1):39.
- 11 Miron RJ, Fujioka-Kobayashi M, Sculean A, Zhang Y. Optimization of platelet-rich fibrin. *Periodontology* 2000. 2024;94(1):79–91.
- 12 Egierska D, Perszke M, Mazur M, Duś-Ilnicka I. Platelet-rich plasma and platelet-rich fibrin in oral surgery: A narrative review. *Dental and Medical Problems*. 2023;60(1):177–86.
- 13 Moraes RP, Costa FWG, SILVA PGdB, Carvalho FSR, Paz JERM, Matos GC, et al. Impact of L-PRF on pain and healing outcomes in lower third molar surgery: a randomized split-mouth trial. *Brazilian Oral Research*. 2024;38:e089.
- 14 Demirok SO, Eroglu CN, Koc A. Comprehensive analysis of bone tissue in extraction sockets of third molars after leukocyte and platelet rich fibrin and photobiomodulation applications. *Clinical Oral Investigations*. 2024;28(9):483.
- 15 Chmielewski M, Pilloni A, Adamska P. Application of Advanced Platelet-Rich Fibrin in Oral and Maxillo-Facial Surgery: A Systematic Review. *Journal of Functional Biomaterials*. 2024;15(12):377.
- 16 Almutairi M, Alshammari SZ, Almutairi D, Alansari TA, Aldhafiri F, Almutairi AN, et al. Leukocyte-Platelet-Rich Fibrin Combined With Demineralized Bovine Bone Mineral for Maxillary Sinus Augmentation: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Cureus*. 2025;17(6).
- 17 Medeiros-Monzón A, Blanco-Carrión A, Gándara-Vila P, Camolesi G, Pérez-Jardón A, Lorenzo-Pousó AI, et al. Efficacy of leukocyte-and platelet-rich fibrin in the treatment and prevention of medication-related osteonecrosis of the jaw: a prospective study. *Medicina oral, patología oral y cirugía bucal*. 27249.
- 18 Dohan DM, Choukroun J, Diss A, Dohan SL, Dohan AJ, Mouhyi J, et al. Platelet-rich fibrin (PRF): a second-generation platelet concentrate. Part I: technological concepts and evolution. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2006;101(3):e37–e44.
- 19 A Zumstein M, Berger S, Schober M, Boileau P, W Nyffeler R, Horn M, et al. Leukocyte-and platelet-rich fibrin (L-PRF) for long-term delivery of growth factor in rotator cuff repair: review, preliminary results and future directions. *Current pharmaceutical biotechnology*. 2012;13(7):1196–206.
- 20 Van Cleemput T, Hendriks X, Politis C, Spaey Y. Leukocyte-and platelet-rich fibrin: a new method for scalp defect reconstruction. *Dermatologic Surgery*. 2022;48(2):261–2.
- 21 Sadeghian A, Rohani B, Hasannia S, Mashhadiabbas F, Fekrazad R. Synergistic Effect of Photobiomodulation and Leukocyte-Platelet Rich Fibrin on Bone Regeneration in Rat Critical Defects. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*. 2025:104687.
- 22 Khanbazi M, Bigham-Sadegh A, Oryan A, Meimandi-Parizi A, Jannesar A. The effects of allogeneic and xenogeneic lyophilized leukocyte-and platelet-rich fibrin on bone healing in rat. *Injury*. 2024;55(3):111396.
- 23 Crisci A, Lombardi D, Serra E, Lombardi G, Cardillo F, Crisci M. Standardized protocol proposed for clinical use of L-PRF and the use of L-PRF Wound Box®. *Journal of Unexplored Medical Data*. Volume. 2017;2:78.
- 24 Wang Z, Han L, Sun T, Wang W, Li X, Wu B. Preparation and effect of lyophilized platelet-rich fibrin on the osteogenic potential of bone marrow mesenchymal stem cells in vitro and in vivo. *Heliyon*. 2019;5(10).

Leukocyte-and Platelet-Rich Fibrin (L-PRF) forms a dense, well-polymerized fibrin matrix containing a viable population of leukocytes and platelets, which ensures structural integrity and for at least seven days releasing of growth factors like TGF- β 1, PDGF-AB, VEGF, and BMP-2 significantly increased^(28, 29).

The fibrin network formed during centrifugation exhibits a three-dimensional, permeable architecture that supports cellular colonization and accelerates wound and bone healing when combined with grafts. As an autologous biomaterial, L-PRF eliminates risks of infection or disease transmission⁽³⁰⁾. Also, Its dense, elastic fibrin matrix supports cell adhesion and proliferation while modulating inflammation and macrophage polarization toward a regenerative M2 phenotype. With minimal immunogenicity and excellent handling properties, L-PRF facilitates soft tissue and hard tissue repair, and that makes it as a valuable tool in regenerative medicine.⁽³¹⁾

The present study demonstrates the effect of L-PRF in stimulating the repair of critical-sized radius defects in rats, as confirmed by both radiological and histopathological analyses. In this study, equine blood was utilized to produce a novel xenogenic L-PRF, and the results indicate its significant potential in enhancing bone regeneration. As demonstrated in numerous previous studies, L-PRF exerts a positive impact on healing of bone⁽³²⁻³⁵⁾, and therefore unsurprising that a similar regenerative response was observed in the present investigation. Consistent with previous reports, fibrin-based platelet concentrates and L-PRF membranes provide a supportive, biologically active three-dimensional matrix that promotes cell adhesion, proliferation, angiogenesis, and sustained release of bioactive molecules while exerting antibacterial and analgesic effects. These properties align with our findings, highlighting the potential for regeneration of L-PRF in enhancing the repair of challenging tissue defects, including bone lesions^(36, 37). While previous studies utilized other forms of L-PRF, we employed lyophilized L-PRF, which, as Qi Li et al. demonstrated, provides improved shelf-life, enhanced osteogenic potential, and better tissue integration in comparison to fresh PRF⁽³⁸⁾.

Previous study showed that worked on periodontal regeneration, indicate that incorporating PRF with open flap debridement (OFD) enhances vertical clinical attachment levels (VCAL) compared to horizontal clinical attachment levels (HCAL) and radiographic bone fill (RFB) outcomes in managing

class II furcation defects compared to OFD alone. Moreover, the combination of bone grafts (BG) and PRF, results in statistically significant additional improvements in VCAL/HCAL⁽³⁹⁾. As in oral surgery, L-PRF also been used in cranial surgery and demonstrated comparable effectiveness to commercial fibrin sealants for dural reinforcement without any safety concerns, and its integration into clinical practice may offer significant cost advantages due to its affordability and availability⁽⁴⁰⁾. Despite variations among studies, evidence shows that PRF enhances key cellular processes involved in anti-inflammation process⁽⁴¹⁾ and, whether used alone or in combination with metronidazole, effectively contributes to the successful management of moderate periodontitis⁽⁴²⁾.

Juan Blanco et al. suggests the effectiveness of L-PRF on bone tissue regeneration remains debatable and requires further investigation, nonetheless, its positive impact on soft tissue healing has been well established⁽⁴³⁾. also the study of Fernanda Faot et al., showed that L-PRF can not improve the non-critical bone defects healing in the rabbit tibia⁽⁴⁴⁾.

A study have indicated that the osteogenic effectiveness of L-PRF on bone repair can be significantly enhanced when applied in combination with an additional reparative factor, suggesting that its therapeutic potential may be greater in a synergistic context than when used alone⁽⁴⁵⁾. As José Augusto Gabarra Júnior et al. suggested that the combination of nanohydroxyapatite with L-PRF promote better bone formation compared to other tested composite materials⁽⁴⁶⁾. Our findings are consistent with this concept, as the autograft + L-PRF group exhibited greater bone regeneration compared to the L-PRF-only group, indicating that combining L-PRF with an additional reparative factor can enhance osteogenic outcomes. This is in line with numerous studies demonstrating that autografts alone are also capable of accelerating bone formation at defect sites⁽⁴⁷⁻⁴⁹⁾.

Emerging evidence suggests that alternative platelet-rich fibrin formulations, including injectable platelet-rich fibrin (i-PRF) and advanced platelet-rich fibrin (A-PRF) may outperform conventional L-PRF in the sustainable growth factors release and stimulation of osteogenesis.^(50, 51)

Consequently, future investigations should prioritize these advanced PRF variants and rigorously evaluate their synergistic potential when combined with established regenerative modalities, such as

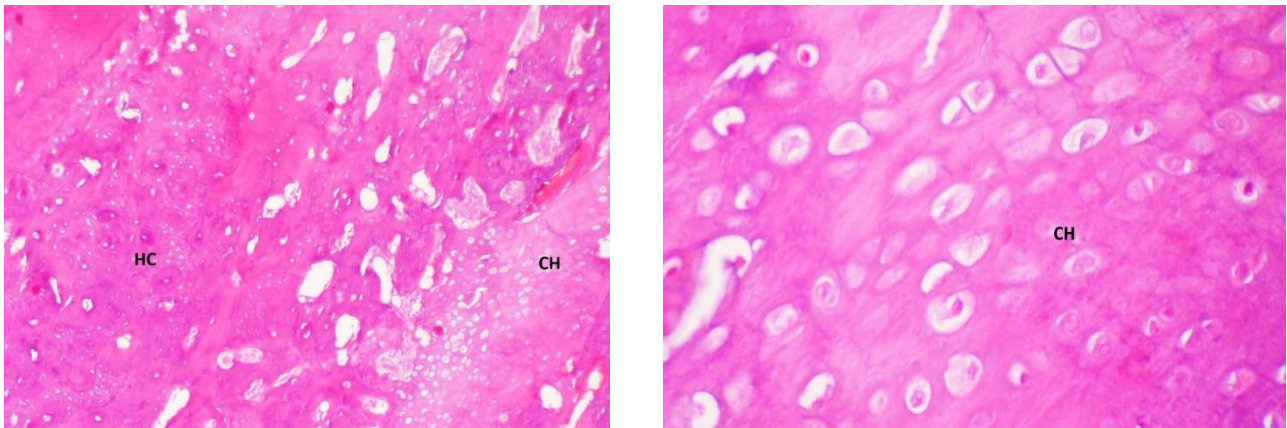


Figure 2: Histopathological images of the autograft group defect site. HC: Haversian canal, CH: chondrocyte. (H&E. $\times 40$, $\times 400$)

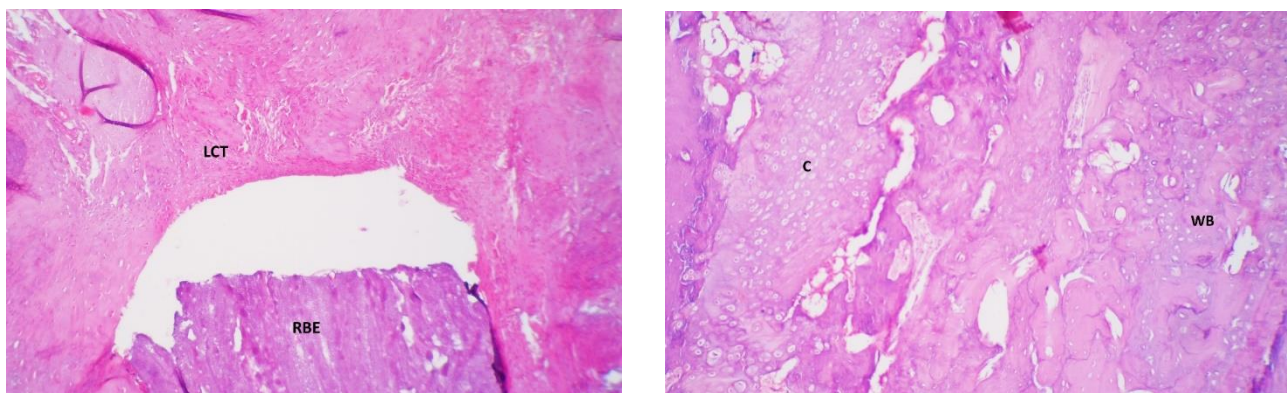


Figure 3: Histopathological images of the autograft + L-PRF group defect site. LCT: loose connective tissue, RBE: radial bone edge, C: cartilage, WB: woven bone. (H&E. $\times 100$)

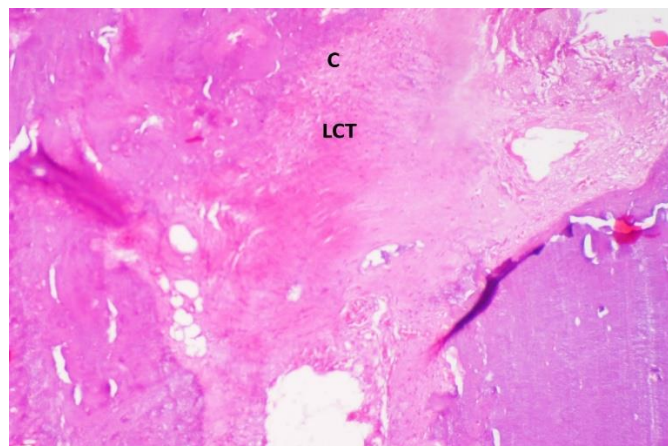


Figure 4: Histopathological image of the L-PRF group defect site. LCT: loose connective tissue, C: cartilage. (H&E. $\times 40$, $\times 400$)

Discussion

Leukocyte and Platelet-Rich Fibrin (L-PRF) offers distinct advantages over earlier platelet concentrating systems, as it is prepared without anticoagulants or additives and forms a dense fibrin

matrix that gradually releases cytokines while supporting cell migration. Its simple, low-cost, and reproducible protocol enables the production of multiple clots, while the inclusion of leukocytes enhances angiogenesis and immune modulation, making L-PRF a clinically versatile biomaterial⁽²⁷⁾.

present at the defect site, with ongoing development of trabecular bone (Figure 4). The results of the histopathological evaluation across the experimental groups are presented in Table 3. Data were initially analyzed and statistically significant differences were

observed ($p \leq 0.05$). Empty defect group had a statistically significant difference compared with the autograft group ($p = 0.01$) or the autograft + L-PRF group ($p = 0.08$), demonstrating markedly inferior performance in both comparisons.

Table 1: Emery's Histological Bone Healing Scoring System

Score	Dominant Tissue Type	Histological Description
0	Empty defect	No tissue formation; the defect remains unfilled.
1	Predominantly fibrous connective tissue	Defect filled mainly with fibrous tissue; minimal cellular organization.
2	Fibrous tissue > cartilage	Fibrous connective tissue dominates; small islands of immature cartilage observed.
3	Cartilage > fibrous tissue	Cartilaginous matrix becomes more pronounced, replacing most of the fibrous tissue.
4	Pure cartilage	Defect filled entirely with hyaline-like cartilage; no evidence of ossification.
5	Cartilage > bone	Early endochondral ossification; cartilage partially replaced by immature woven bone.
6	Bone > cartilage	Woven bone dominates with small residual cartilaginous areas; advancing ossification.
7	Pure bone	Defect completely bridged by mature bone; full osseous healing achieved.

Table 2: Radiographic Evaluation of results

Day	Group-I (Empty Defect) Median (Range)	Group-II (Autograft) Median (Range)	Group III (Autograft + L-PRF) Median (Range)	Group-IV (L-PRF) Median (Range)	p-value
Day 35	3 (1-3)*	7 (5-8)*	8 (6-8)*	4 (3-4)	0.004
Day 64	4 (4-5)*	7 (4-8)	8 (8-8)*	5 (4-7)	0.010

Values are presented as median (minimum–maximum). * show statistically significant differences between groups ($p \leq 0.05$).

Table 3: Histopathological evaluation of results

Group	Empty defect	Autograft	L-PRF	Autograft + L-PRF	p-value
Histopathological bone healing score (Day 64) (Median [range])	1 (1-3) ^b	6 (5-6)	3 (3-4)	5 (4-5)	0.003

Values are presented as median (minimum–maximum). Superscript letter (^b) shows statistically significant difference between groups ($p \leq 0.05$).

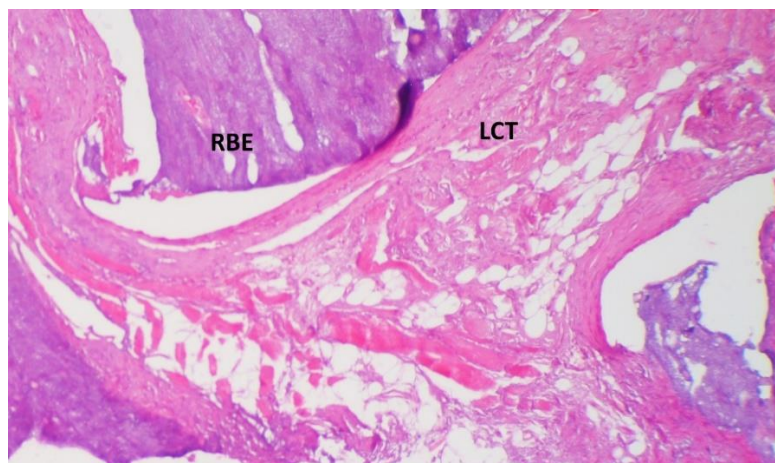


Figure 1: Histopathological image of the untreated group defect site. RBE: radial bone edge, LCT: loose connective tissue. (H&E. ×40)

0.001 mbar, Secondary drying time: 8 h Upon completion of the lyophilization process, the resulting L-PRF powder was achieved and in sealed sterile tubes at room temperature for 24 hours stored for further use.

Surgical Procedure

General anesthesia with injection of Ketamine (10%, Alfasan, Netherlands) — 10 mL, Acepromazine (1%, Alfasan, Netherlands) — 1 mL, Diazepam (10 mg) — 2 mL intramuscularly was achieved. A total volume of 0.3 mL of this mixture was administered intramuscularly to each rat. A longitudinal incision on craniolateral side of left forearm was done, and the mid-diaphysis of the radius was exposed. A 3-mm defect in the radial bone with using a 3-mm drill bit was created, while the average radial shaft diameter was approximately 1.2 mm. The animals were allocated into four experimental groups as described previously. The incision site was closed using a single cruciate suture pattern under sterile conditions. To prevent potential postoperative infection, 1 mL of enrofloxacin (10%) diluted in distilled water (Enrofan 5%, Erfan, Tehran, Iran) was administered to each animal.

Radiological Assessment

After anesthesia was made in rats, radiographic images of the left forelimbs of the rats were obtained postoperatively on days 35 and 64 in the lateral projection (Varian Medical Systems). The obtained radiographs were evaluated using the modified Lane and Sandhu scoring system⁽²⁵⁾.

Histopathological Assessment

On day 64, all rats were humanely euthanized, and bone samples were sent to the specialized pathology laboratory for histopathological examination. After dehydration, clearing, and embedding, 5 µm thickness of tissues were stained with hematoxylin and eosin (H&E) to obtain histological slides. The veterinary pathologist assessed the slides with the Emery's scoring system⁽²⁶⁾ for bone healing as summarized in Table 1.

Statistical Analysis

The collected data were systematically organized using Microsoft Excel, tables were prepared in Microsoft Word, and all datasets were subsequently analyzed statistically using the Kruskal–Wallis non-

parametric one-way ANOVA to assess differences among the experimental groups. When a statistically significant difference was detected (≤ 0.05), pairwise comparisons were performed using the Mann–Whitney U test. A p-value ≤ 0.05 was considered statistically significant. All statistical analyses were conducted using SPSS statistical software (Version 26, IBM Corp., Armonk, NY, USA).

Results

Clinical evaluation

There was no death and no ulnar fracture in the study period.

Radiographic findings:

The results of the radiological assessment of proximal union, distal union, bone formation, and remodeling are presented in Table 2.

As shown in Table 2, the empty defect group demonstrated significantly inferior performance compared to both the autograft and the autograft + L-PRF group at 35 and 64 days ($p \leq 0.05$). On day 35, the autograft group had significantly better outcome compared to the L-PRF ($p \leq 0.05$). Moreover, at both day 35 and day 64, the autograft + L-PRF group showed markedly superior performance compared to the L-PRF group, achieving a median Lane and Sandhu score of 8. These results indicate that autograft + L-PRF group exhibited a superior bone healing response. There is no statistically significant differences between the other groups ($p > 0.05$).

Histopathological Findings

Histopathological evaluation conducted at 64 days postoperatively revealed the following findings. In the group with empty defect, irregular loose connective tissue was observed at the bone defect. The defect margins were primarily composed of fibroblasts, fibrocytes, and collagen, with no sign of formation of bone or cartilage in the untreated lesions (Figure 1). In the autograft group, well-developed cartilage with clearly visible chondrocytes was observed along with early signs of compact bone formation, including the presence of Haversian canals (Figure 2). In the autograft + L-PRF group, immature bone tissue was formed, with a pronounced progression from cartilage to bone (Figure 3). In the L-PRF group, connective tissue and cartilage were

Fibrin represents the activated form of the fibrinogen molecule, playing a pivotal role in platelet aggregation and blood coagulation. studies have demonstrated that, through the centrifugation of blood, a biologically active product known as Leukocyte- and Platelet-Rich Fibrin (L-PRF) can be obtained, which significantly contributes to healing of wound and tissue regeneration. Leukocyte- and Platelet-Rich Fibrin (L-PRF) is a new platelet concentrates generation, distinguished by its preparation method that requires no anticoagulants or exogenous additives, thereby preserving its natural fibrin architecture and bioactive components⁽¹⁸⁾. A study conducted in 2012 demonstrated that Leukocyte- and Platelet-Rich Fibrin (L-PRF) is capable of achieving a substantial concentration of growth factors in its fibrin matrix, thereby enhancing its potential for application in orthopedic injuries and regenerative healing⁽¹⁹⁾. Moreover, evidence from a 2022 study indicated that Leukocyte- and Platelet-Rich Fibrin (L-PRF) plays a substantial role in scalp defect regeneration in humans, showing enhanced efficacy and superior clinical outcomes relative to other conventional regenerative approaches⁽²⁰⁾. L-PRF has been shown to enhance regenerative outcomes when combined with adjunctive therapies. For instance, Sadeghian et al. reported a synergistic effect of L-PRF in conjunction with photobiomodulation therapy (PBMT), further accelerating the bone healing process⁽²¹⁾. Most experimental and clinical investigations have primarily focused on the application of autologous L-PRF; however, recent findings indicate that xenogeneic L-PRF may also increase the regenerative potential of critical-sized osseous defects⁽²²⁾. In the present study, lyophilized L-PRF powder derived from equine blood was employed to investigate its potential effect on bone regeneration in critical-sized radial defects in a rat model. To date, the most recent research utilizing xenogenic L-PRF was reported by Khanbazi et al., in which bovine-derived L-PRF was used⁽²²⁾.

Materials & Methods

Animal Model

Adult male Wistar albino rats were used as the model in this study, as rats have been widely utilized due to their close physiological and biological similarities to humans and their suitability for monitoring bone

healing processes⁽²⁾. A total of twenty (n=20) healthy adult rats, weighing 180–200 g, were selected.

Animal Grouping and Housing

The rats were divided into four experimental groups randomly (5 in each group). After a one-day acclimatization period and confirmation of their health status, the animals were tagged and transferred to the Surgery Department, Faculty of Veterinary Medicine, Shiraz University. The study was performed in four groups: Group I (Negative Control): Bone defect without any treatment. Group II (Positive Control): Bone defect with autologous bone grafting harvested from the defect site. Group III: Bone defect treated with equine-derived Leukocyte- and Platelet-Rich Fibrin (L-PRF) powder combined with an autologous bone graft. Group IV: Bone defect treated with equine-derived Leukocyte- and Platelet-Rich Fibrin (L-PRF) powder alone.

Preparation of Xenogeneic Leukocyte-Platelet-Rich Fibrin (L-PRF)

Approximately 20 mL of whole blood was achieved from a healthy domestic horse housed at the Shiraz University Veterinary School Stable. The sample was transferred into vacutainer tubes without anticoagulants and transported to the Veterinary Laboratory within less than one minute after collection. Following centrifugation (3000 rpm for 10 minutes), the samples separated into three distinct layers: The upper layer consisting of acellular plasma, The middle layer containing Leukocyte- and Platelet-Rich Fibrin (L-PRF), The lower containing erythrocytes. Using sterile forceps, the L-PRF clots were carefully harvested from the middle layer under aseptic conditions^(18, 23).

Preparation of Lyophilized L-PRF

Freshly prepared L-PRF clots were placed into sterile test tubes, ensuring that the clots filled approximately one-tenth of each tube's volume. The tubes were sealed with Parafilm—perforated to allow minimal air exchange—preventing spillage during the lyophilization process. The samples were stored in a cryogenic freezer at -80°C overnight and subsequently lyophilized in Zirbus VaCo 5 Laboratory Freeze Dryer machine following the protocol described by Wang et al. ⁽²⁴⁾: Cold trap temperature: $-45^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, Initial vacuum pressure: 0.1 mbar, Primary drying time: 17 h, Final vacuum pressure:

Bone Healing Enhancing with the Xenogenic (Horse) Lyophilized Leukocyte-and Platelet-Rich Fibrin (L-Prf) in Rat Animal Model

Abstract

Introduction: Bone defects resulting from trauma, pathological conditions, or surgical interventions often require advanced regenerative strategies, particularly when critical-sized defects exceed the body's intrinsic healing capacity. Among various biomaterials, Leukocyte- and Platelet-Rich Fibrin (L-PRF) has gained significant attention for its autologous origin, bioactive properties, and potential application in both autologous and xenogenic forms to enhance bone regeneration.

Materials & Methods: Adult male Wistar rats were randomly divided to four experimental groups to evaluate the effects of equine-derived lyophilized L-PRF, with or without autologous bone grafts, on critical-sized radial bone defects. L-PRF was prepared from equine blood, lyophilized, and applied to the defect sites, with bone healing assessed via radiography and histopathology, and statistical differences among groups analyzed using non-parametric methods.

Results & Discussion: Radiographic and histopathological analyses demonstrated that the autograft + L-PRF group exhibited the most pronounced bone healing, with significantly higher Lane and Sandhu scores and evidence of progressive cartilage-to-bone formation compared to the L-PRF alone and empty defect groups. The autograft group also showed superior outcomes relative to L-PRF alone, while untreated defects displayed primarily fibrous tissue with no bone formation, highlighting the synergistic effect of combining L-PRF with autologous bone grafts.

Conclusion: In this study, xenogenic equine-derived L-PRF enhanced the repair of critical-sized radial bone defects in rats, with its combination with autografts yielding superior osteogenic outcomes compared to L-PRF alone.

Keywords: Leukocyte-Platelet-Rich Fibrin (L-PRF), Xenogenic L-PRF, Bone healing, Critical defect, Rat, Radiology, Histopathology.

Accepted: 48 days before printing

Sobhan Razavian, MD¹, Amin Bigham Sadegh, MD¹, Ahmad Oryan, MD², Aboutorab Tabatabaei-Naeini, MD¹

1. Department of Veterinary Surgery and Radiology, School of Veterinary Medicine, Shiraz University, Shiraz, Iran.

2. Department of Pathology, School of Veterinary Medicine, Shiraz University, Shiraz, Iran.

Corresponding Author:
Amin Bigham Sadegh, MD
Email address:
dr.bigham@gmail.com

Introduction

Bone tissue can sustain damage due to numerous factors, including trauma, pathological conditions, and surgical interventions^(1, 2). The biological response to such injuries encompasses a highly regulated and multifaceted cascade involving the recruitment of cellular and molecular mediators essential for tissue regeneration and repair⁽³⁻⁵⁾. Advancements in bone regeneration research have been guided by the intrinsic mechanisms of physiological repair, employing autologous bioactive factors to enhance and expedite osteogenesis⁽⁶⁾. Recent studies have validated the effectiveness of biomaterials in facilitating the reconstruction of critical -sized osseous defects⁽⁷⁾. A critical-sized bone defect refers to a structural osseous defect that exceeds the intrinsic regenerative capacity of the body, rendering spontaneous healing impossible and requiring surgical intervention to restore bone continuity and function⁽⁸⁾. Among the most promising scaffolding biomaterials, Leukocyte and Platelet-Rich Fibrin (L-PRF) has attracted considerable attention because of its autologous origin, bioactive properties, and extensive clinical applications, particularly in regenerative dentistry and oral surgeries^(6, 9-17).

- 6 Yoshida A, Maoate K, Blakelock R, Robertson S, Beasley S. Long-term functional outcomes in children with Currarino syndrome. *Pediatr Surg Int.* 2010;26(7):677-81.
- 7 Currarino G, Coln D, Votteler T. Triad of anorectal, sacral, and presacral anomalies. *AJR Am J Roentgenol.* 1981;137(2):395-398.
- 8 Crétole C, Pelet A, Sanlaville D, Zérah M, Amiel J, Jaubert F, et al. Spectrum of HLXB9 gene mutations in Currarino syndrome and genotype-phenotype correlation. *Hum Mutat.* 2008;29(7):903-910. <https://doi.org/10.1002/humu.20718>
- 9 Emans PJ, Kootstra G, Marcelis CL, Beuls EA, van Heurn LW. The Currarino triad: the variable expression. *J Pediatr Surg.* 2005;40(8):1238-1242. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2005.05.004>
- 10 Dworschak GC, Reutter HM, Ludwig M. Currarino syndrome: a comprehensive genetic review of a rare congenital disorder. *Orphanet Journal of Rare Diseases.* 2021;16(1):167. <https://doi.org/10.1186/s13023-021-01799-0>

Discussion

This case illustrates the complexities of managing syndromic sacral agenesis, highlighting the necessity for a multidisciplinary approach despite the real-world challenges of implementing such care.

The patient presented with many symptoms, including sacral agenesis, spine deformity, teratoma cyst, and dual vaginal openings, strongly indicating an underlying syndromic condition, potentially Currarino syndrome, or a related anomaly^(7,10).

Due to the patient's severe back pain, surgical intervention through spinopelvic fixation was necessary. The discovery and excision of a teratoma cyst during the fixation procedure was a turning point in this patient, and removing it was a practical step for preventing further pressure-related complications. Also, it transformed the patient from a typical deformity to likely a syndromic case. The implementation of pedicular and iliac screws for spinopelvic fixation provided necessary stabilization and probably will prevent additional deformities. However, long-term monitoring remains essential to assess the integrity of the hardware and functional recovery⁽⁶⁾.

While the surgical outcome addressed immediate mechanical and symptomatic challenges, the broader syndromic context calls for ongoing evaluation. The patient's menstrual irregularities and dual vaginal openings necessitate a gynecological assessment, and the presence of a teratoma raises concerns about potential genetic or developmental syndromes. Unfortunately, the lack of coordinated multidisciplinary care in many settings often hampers the ability to tackle these interconnected issues effectively.

Genetic testing could provide valuable insight into the etiology of such patients and assist us in optimizing proper management strategies⁽⁸⁾; unfortunately, such tests' high costs and often inconclusive results limit their practicality in clinical settings in most cases like this one in which the patient simply couldn't afford the cost of the genetic test.

In these cases, the best diagnosis could arise from a comprehensive multidisciplinary approach involving many specialists such as orthopedics, genetics, gynecology, neurology, and endocrinology; however, time constraints and specialists availability frequently result in unaddressed aspects of care, delaying proper diagnosis and treatment.

This case emphasizes the importance of establishing accessible multidisciplinary frameworks to ensure comprehensive care. Even in resource-constrained environments, prioritizing collaborative efforts can help address the underlying condition and its systemic manifestations. For patients with syndromic sacral agenesis, continued research into cost-effective genetic testing and advanced surgical techniques will be vital for improving outcomes.

Conclusion

In this case, we highlighted the importance of recognizing syndromic presentations in patients, especially with sacral agenesis, presacral masses, or genitourinary anomalies. This case demonstrates that early diagnosis and a multidisciplinary approach involving various specialists are vital to optimizing patient outcomes and effectively addressing their complex needs.

Ethics approval and consent to participate

The ethics committee of Alborz University of Medical Sciences approved this work, and the case verbally consented to participate.

Acknowledgment

The authors would like to thank the professional team of the Clinical Research Development Unit of Shahid Madani Hospital, Karaj, who helped us in this research.

References

- 1 Williams DI, Nixon HH. Agenesis of the sacrum. *Surg Gynecol Obstet.* 1957;105(1):84-88.
- 2 Emami-Naeini P, Rahbar Z, Nejat F, Kajbafzadeh A, El Khashab M. Neurological presentations, imaging, and associated anomalies in 50 patients with sacral agenesis. *Neurosurgery.* 2010;67(4):894-900. DOI: 10.1227/NEU.0b013e3181eb500d
- 3 Emami-Naeini P, Nejat F, Rahbar Z, Kajbafzadeh A, El Khashab M. Urological manifestations of sacral agenesis. *J Pediatr Urol.* 2012;8(2):181-186. <https://doi.org/10.1016/j.jpuro.2011.02.004>
- 4 Nalbandyan M, Howley MM, Cuniff CM, Romitti PA, Browne ML. Descriptive and risk factor analysis of nonsyndromic sacral agenesis: National Birth Defects Prevention Study, 1997-2011. *Am J Med Genet A.* 2019;179(9):1799-1814. <https://doi.org/10.1002/ajmg.a.61290>
- 5 Renshaw TS. Sacral agenesis. *J Bone Joint Surg Am.* 1978;60(3):373-383.

Case report

Our patient was a 30-year-old woman with complete right-sided plegia, hip rotation, and tilt. She visited us with the chief complaint of unbearable back pain and pelvic tilt and rotation (Figure 1).

Imaging showed some mass in the sacral area, explored during the operation, and a teratoma cyst containing hair and soft tissue removed from her body.

Also, she had two different vaginal openings, which were discovered in imaging, and she mentioned that she had disrupted menstrual periods.

This menstrual irregularity is a significant finding that may be related to the patient's condition and requires further investigation. According to spinopelvic dissociation and sacral agenesis, we considered a spinopelvic fixation for the patient to

fuse the spine joints to prevent further deformities and eliminate the pain.

Description of the operation

We operated on the patient under general anesthesia in a prone position with a posterior approach. After the fascia opened and the muscles shaved, an intramuscular cyst in the sacrum posterior between right paravertebral muscles containing yellow secretions, hair follicles, and bone tissue with a differential diagnosis of teratoma was discovered. The cyst was carefully removed, and the area was thoroughly cleaned to prevent any potential complications. A pedicular screw was embedded in the pedicle of the L4 vertebrae, and a long iliac screw was embedded in the right ilium, two screws fixed together with a rod lateral to the pedicular screw and sacral agenesis. Post-operative x-rays are provided (Figure 2).

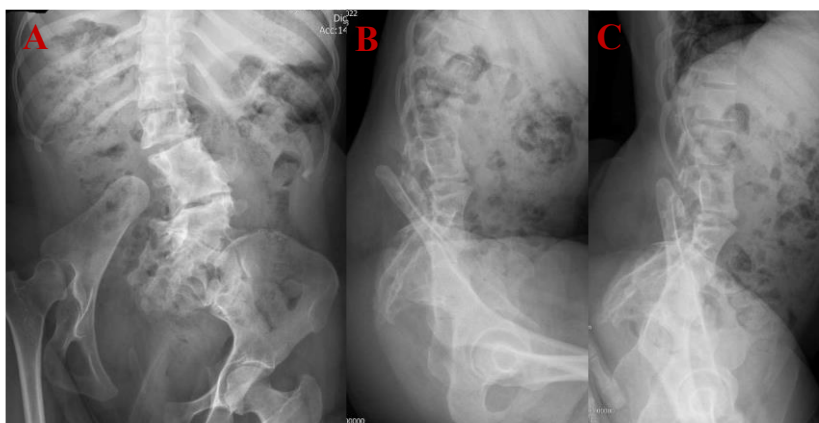


Figure 1: (A)AP, (B) Sitting Lateral, and (C) Standing Lateral view of pre-operative x-ray.

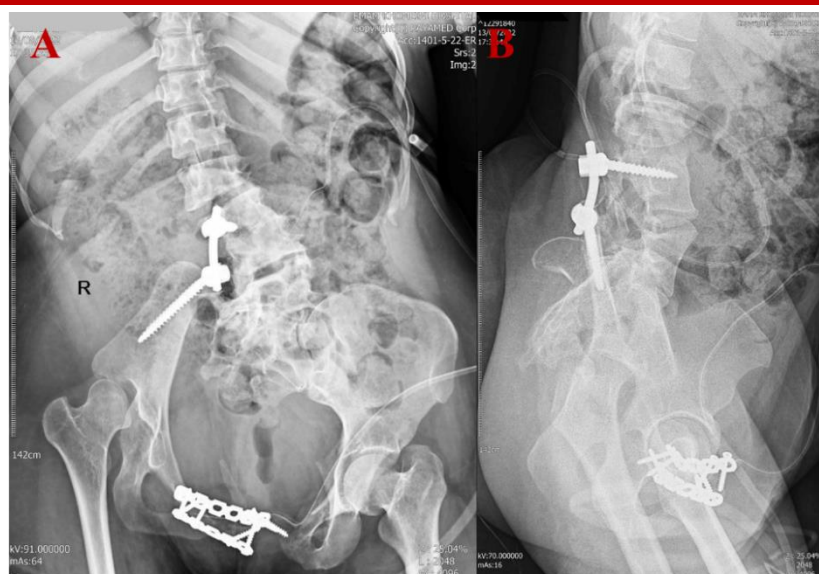


Figure 2: (A)AP and (B)Lateral view of post-operative x-ray.

Sacral Agenesis, Teratoma Cyst and Vaginal Abnormality in a Young Woman (Case Report)

Abstract

This case report outlines the situation of a young woman suffering from intense back pain, along with pelvic tilt and rotation. Due to the extent of her postural deformity and the profound effect on her quality of life, a spinopelvic fixation was performed to halt any progression of the deformity, and relieve her pain. During the procedural process, a mass was detected in the sacral area. It was, later found that her vagina had two separate openings, putting the case in the syndromic sacral agenesis group. The importance of genetic testing, multi-disciplinary evaluation and significance of continued follow-up and care is high-lighted.

Keywords: Spine, Pelvis, Sacrum.

Accepted: 44 days before printing

Mehdi Tiotour, MD¹, Mahdi Mohammaditabar, MD^{2,3}, Salman Azarsina, MD⁴,
Mohammad Javad Dehghani-Firoozabadi, MD⁴, Farnaz Hajtalebi, MD²

1. Student Research Committee, Clinical Research Development Unit of Shahid Madani Hospital, School of Medicine, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran.
2. Student Research Committee, School of Medicine, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran.
3. Bone Joint and Related Tissues Research Center, Akhtar Orthopedic Hospital, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
4. Department of Orthopedic Surgery, Shahid Madani Hospital, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran.

Introduction

Sacral agenesis (SA) is a rare condition involving the partial or complete congenital absence of the sacral and coccygeal bones⁽¹⁾. It can occur in isolation but is often associated with neurological, urogenital, and gastrointestinal abnormalities^(2,3). The true etiology is unclear but likely consists of genetic and environmental factors affecting normal spinal development. The most important risk factor is maternal diabetes, which is 80 times more frequently seen in patients with diabetic mothers than in the general population⁽⁴⁾.

Renshaw described the most widely used classification system in 1978, which is based on radiographic findings and ranges to four grades of severity (I–IV), from isolated and asymptomatic coccygeal agenesis to major malformations⁽⁵⁾. Increasing Renshaw grade indicates increasing clinical severity associated with functional impairment. Mobility decreases as Renshaw grade increases, and patients with grades III or IV typically need walking aids to mobilize. Functional impairment in patients with SA often arises from a combination of skeletal and neurological deficits. Mobility status significantly influences overall function⁽⁶⁾. Individuals with sacral agenesis (SA) usually develop spinal deformities, such as kyphosis and scoliosis, primarily due to spinopelvic instability. These deformities significantly affect mobility, the ability to sit, the management of ileal conduits when present, and respiratory function⁽⁶⁾.

Currarino syndrome (CS) is a hereditary disorder defined by a triad of key features: anorectal malformation (ARM), a sacral bony defect known as "scimitar sacrum," and a presacral mass. First described by Currarino et al., this syndrome is thought to arise from abnormal separation between the neuroectoderm and endoderm⁽⁷⁾. It is associated with mutations in the HLXB9 gene located at 7q36. Approximately 50% of affected individuals have detectable mutations, which increases to around 90% in familial cases⁽⁸⁾. The syndrome can express itself in various ways; some patients may be asymptomatic, while others exhibit the complete triad⁽⁹⁾.

Corresponding Author:
Mohammad Javad Dehghani-
Firoozabadi, MD
Email address:
Fdmj11269@gmail.com

- 37 Dehghani P, Akbari A, Saadatkish M, Varshosaz J, Kouhi M, Bodaghi M. Acceleration of Wound Healing in Rats by Modified Lignocellulose Based Sponge Containing Pentoxifylline Loaded Lecithin/Chitosan Nanoparticles. *Gels*. 2022; 8(10):658. <https://doi.org/10.3390/gels8100658>
- 38 Babaei S, Bayat M, Nouruzian M, Bayat M. Pentoxifylline improves cutaneous wound healing in streptozotocin-induced diabetic rats. *European journal of pharmacology*. 2023; 700(1-3):165-172. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2022.11.024>
- 39 Bhatia A, Prakash S. Topical phenytoin for wound healing. *Dermatology Online Journal*. 2004; 10(1):5-18. <https://doi.org/10.5070/D30z3612w1>
- 40 Khoury W, Trus R, Chen X, Baghaie L, Clark M, Szewczuk MR, El-Diasty M. Parsimonious Effect of Pentoxifylline on Angiogenesis: A Novel Pentoxifylline-Biased Adenosine G Protein-Coupled Receptor Signaling Platform. *Cells*. 2023 Apr 20;12(8):1199. doi: 10.3390/cells12081199.
- 41 BAYKAL, S., BOZ, C., ÇAKIR, E., BAYTAN, Ş.H., KARAKUŞ, M. and KUZEYLİ, K., 2002. The effects of pentoxifylline in experimental nerve injury. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 32(3):207-210.
- 42 Hassan I, Dorjay K, Anwar P. Pentoxifylline and its applications in dermatology. *Indian Dermatol Online J*. 2014 Oct;5(4):510-516. doi: 10.4103/2229-5178.142528.

- 7 Peterson S. L, Peterson E. L, Wheatley M. J. Management of fingertip amputations. *The Journal of hand surgery*. 2014; 39(10):2093-2101. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2014.04.025>
- 8 Rosenthal E. A. Treatment of fingertip and nail bed injuries. *The Orthopedic clinics of North America*. 1983; 14(4):675-697. PMID: 6634090
- 9 Chakravarthy J, Qureshi A, Waldram M. A, Porter K. Acute fingertip injuries. *Trauma*. 2006; 8(3):179-188. <https://doi.org/10.1177/1460408606071139>
- 10 Brown R. E. Acute nail bed injuries. *Hand clinics*. 2002; 18(4):561-575. [https://doi.org/10.1016/S0749-0712\(02\)00075-6](https://doi.org/10.1016/S0749-0712(02)00075-6)
- 11 Russell R. C, Casas L. A. Management of fingertip injuries. *Clinics in Plastic Surgery*. 1989; 16(3):405-425. [https://doi.org/10.1016/S0094-1298\(20\)31311-0](https://doi.org/10.1016/S0094-1298(20)31311-0)
- 12 Weichman K. E, Wilson S. C, Samra F, Reavey P, Sharma S, Haddock N. T. Treatment and outcomes of fingertip injuries at a large metropolitan public hospital. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2013; 131(1): 107-112. DOI: 10.1097/PRS.0b013e3182729ec2
- 13 Peterson S. L, Peterson E. L, Wheatley M. J. Management of fingertip amputations. *The Journal of Hand Surgery*. 2014; 39(10):2093-2101. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2014.04.025>
- 14 Panattoni J. B, De Ona I. R, Ahmed M. M. Reconstruction of fingertip injuries: surgical tips and avoiding complications. *The Journal of Hand Surgery*. 2015; 40(5):1016-1024. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2015.02.010>
- 15 Germann G, Rudolf K. D, Levin S. L, Hrabowski M. Fingertip and thumb tip wounds: changing algorithms for sensation, aesthetics, and function. *The Journal of Hand Surgery*. 2017; 42(4):274-284. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2017.01.022>
- 16 Yam A, Tan S. H, Tan A. B. H. A novel method of rapid nail bed repair using 2-octyl cyanoacrylate (Dermabond). *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2008; 121(3):148e-149e. DOI: 10.1097/01.prs.0000300212.73022.9d
- 17 Sebastin S. J, Chung K. C. A systematic review of the outcomes of replantation of distal digital amputation. *Plastic and reconstructive surgery*. 2011; 128(3):723. DOI: 10.1097/PRS.0b013e318221dc83
- 18 El-Diwany M, Odobescu A, Bélanger-Douet M, Berbiche D, Arsenaault J, Bou- Merhi J. Replantation vs revision amputation in single digit zone II amputations. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*. 2015; 68(6):859-863. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2015.02.033>
- 19 Chakravarthy J, Qureshi A, Waldram M. A, Porter K. Acute fingertip injuries. *Trauma*. 2006; 8(3):179-188. <https://doi.org/10.1177/1460408606071139>
- 20 Wang K, Sears E. D, Shauver M. J, Chung K. C. A systematic review of outcomes of revision amputation treatment for fingertip amputations. *Hand (N Y)*. 2013; 8(2):139-145. <https://doi.org/10.1007/s11552-012-9487-0>
- 21 De Alwis W. Fingertip injuries. *Emergency Medicine Australasia*. 2006; 18(3):229-237. <https://doi.org/10.1111/j.1742-6723.2006.00851.x>
- 22 Lee D. H, Mignemi M. E, Crosby S. N. Fingertip injuries: an update on management. *AAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2013; 21(12):756-766. DOI: 10.5435/JAAOS-21-12-756
- 23 Ito H, Sasaki K, Morioka K, Nozaki M. Fingertip amputation salvage on arterial anastomosis alone: an investigation of its limitations. *Annals of plastic surgery*. 2010; 65(3):302-305. DOI: 10.1097/SAP.0b013e3181cc0021
- 24 Schecker L. R, Becker G. W. Distal finger replantation. *The Journal of hand surgery*. 2011; 36(3):521-528. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2010.12.017>
- 25 Soucacos P. N. Indications and selection for digital amputation and replantation. *Journal of hand surgery*. 2001; 26(6):572-581. <https://doi.org/10.1054/jhsb.2001.0595>
- 26 Beris A. E, Lykissas M. G, Korompilias A. V, Mitsionis G. I, Vekris M. D, Kostas- Agnantis I. P. Digit and hand replantation. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*. 2010; 130(9):1141-1147. <https://doi.org/10.1007/s00402-009-1021-7>
- 27 Aviado D. M, Porter J. M. Pentoxifylline: a new drug for the treatment of intermittent claudication. Mechanism of action, pharmacokinetics, clinical efficacy and adverse effects. *Pharmacotherapy*. 1984; 4(6):297-307. <https://doi.org/10.1002/j.1875-9114.1984.tb03380.x>
- 28 Mora-Gutiérrez J. M, Ferrer-Nadal A, García-Fernández N. Effect of pentoxifylline on anemia control in hemodialysis patients: retrospective observational case-control study. *Nefrologia*. 2013; 33(4):524-531. DOI: 10.3265/Nefrologia.pre2013.Apr.11654
- 29 Mohammadpour A. H, Nazemian F, Khaiat M. H, Tafaghodi M, Salari P, Charkazi S, Naghibi M, Shamsara J. Evaluation of the effect of pentoxifylline on erythropoietin-resistant anemia in hemodialysis patients. *Saudi Journal of Kidney Diseases and Transplantation*. 2014; 25(1):73-78. DOI: 10.4103/1319-2442.124492
- 30 Feizi A, Mortazavi M, Badri S, Norouzi M. J. Effect of pentoxifylline on anemia in patients with chronic kidney disease: an updated systematic review and meta-analysis. *Tehran University Medical Journal*. 2020; 78(4):212-220. ISSN 16831764
- 31 Singh N, Shreshtha A. K, Thakur M. S, Patra S. Xanthine scaffold: scope and potential in drug development. *Heliyon*. 2018; 4(10):e00829. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00829>
- 32 Lyons A. J, Brennan P. A. Pentoxifylline—a review of its use in osteoradionecrosis. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2017; 55(3):230-234. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2016.12.006>
- 33 Gholami A, Ataei S, Ahmadi Moghaddam D, Omidifar N, Nili-Ahmadabadi A. Pentoxifylline attenuates arsenic trioxide-induced cardiac oxidative damage in mice. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2021; 2021:6406318. <https://doi.org/10.1155/2021/6406318>
- 34 Ahmadi M, Khalili H. Potential benefits of pentoxifylline on wound healing. *Expert Review of Clinical Pharmacology*. 2016; 9(1):129-142. <https://doi.org/10.1586/17512433.2016.1109443>
- 35 Moradi M, Sabiza, S, Rezaie A, Ezzati-Givi M. Investigating the Effect of Pentoxifylline and Zinc Oxide Combination on Experimental Full-Thickness Wound Healing in Rats. *Iranian Journal of Veterinary Surgery*. 2023; 18(1):8-17. <https://doi.org/10.30500/ivsa.2022.355334.1313>
- 36 Moreira V. M, Leite J. M. D. S, Medeiros K. D. A, Assis K. M. A. D, Borges J. C, Santana L. M. B, Damasceno B. P. G. D. L. Pentoxifylline/Chitosan Films on Wound Healing: In Vitro/In Vivo Evaluation. *Pharmaceutics*. 2023; 15(4):1122. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15041122>

statistical significance. This suggests that pentoxifylline positively affects axonal regeneration, but has limited influence on remyelination⁽⁴¹⁾.

As previously discussed, pentoxifylline exerts its effects through multiple mechanisms, including immunomodulation, anti-inflammatory action, improvement of blood rheology, and antifibrinolytic properties. The drug enhances leukocyte deformability, reduces leukocyte adhesion to the endothelium, decreases neutrophil activation and TNF- α production. Additionally, pentoxifylline inhibits TNF- α and affects other cytokines such as IL-1 and IL-6. It also increases red blood cell flexibility, decreases blood viscosity, and exhibits antithrombotic properties by reducing platelet aggregation and enhancing fibrinolytic activity. Moreover, pentoxifylline reduces collagen and fibronectin synthesis while increasing fibroblast collagenase activity. These anti-inflammatory mechanisms, alongside its stimulatory effects on fibroblasts (the main cells in tissue repair), promotion of neoangiogenesis, and nerve regeneration—three key components of tissue reconstruction—make it a potentially safe and effective adjuvant therapy for accelerating tissue repair following distal phalangeal amputation.

In terms of adverse effects, 15.4% of patients in the intervention group (n=4) experienced side effects, primarily involving the gastrointestinal and central nervous systems. Common adverse effects included dizziness, headache, anxiety, and confusion. No significant side effects were observed in the control group. Although adverse events were recorded in the intervention group, the differences were not statistically significant. Overall, pentoxifylline is considered a safe medication and is generally well tolerated, with its side effects being mostly dose-dependent⁽⁴²⁾.

During pregnancy, pentoxifylline is classified as category C and should be used with caution. It may pose risks during breastfeeding due to its excretion into breast milk. The safety and efficacy of pentoxifylline have not been established in pediatric populations. In elderly patients, due to potentially reduced liver, kidney, or cardiac function and comorbid conditions, a lower starting dose is recommended. Moreover, individuals with hypersensitivity to xanthine derivatives such as caffeine or theophylline, those with recent cerebral or retinal hemorrhage, or with porphyria, should avoid using this medication⁽⁴²⁾.

The results of this study demonstrated that pentoxifylline significantly improves the rate and quality of tissue regeneration in patients with traumatic fingertip amputations. The drug notably reduces necrosis and the need for amputation, while also exerting favorable effects on the prognosis of the condition. Although some limitations include Single-center study, Small sample size, Short follow-up duration, Lack of blinding in outcome assessment and Exclusion of certain populations are exist and should be addressed in future studies.

Conclusion

In conclusion, pentoxifylline presents a favorable safety profile and substantial therapeutic potential in enhancing recovery among patients with traumatic injuries and chronic wounds, supporting its use as a clinically effective and safe treatment option.

Acknowledgment

The authors would like to thank the professional team of the Clinical Research Development Unit of Madani hospital who helped us in this research.

References

- 1 Masaki S, Kawamoto T. Fingertip amputation injury of allen type III managed conservatively with moist wound dressings. *The American Journal of Case Reports*. 2021; 22(1): e928950-1–e928950-7. doi: 10.12659/AJCR.928950
- 2 Kawaiah A, Thakur M, Garg S, Kawasmi S. H, Hassan A. Fingertip injuries and amputations: a review of the literature. *Cureus*. 2020; 12(5):e8291. DOI: 10.7759/cureus.8291
- 3 Sindhu K, DeFroda S. F, Harris A. P, Gil J. A. Management of partial fingertip amputation in adults: operative and non operative treatment. *Injury*. 2017; 48(12):2643-2649. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2017.10.042>
- 4 Sears E. D, Shin R, Prosser L. A, Chung K. C. Economic analysis of revision amputation and replantation treatment of finger amputation injuries. *Plastic and reconstructive surgery*. 2014; 133(4):827-840. DOI: 10.1097/PRS.0000000000000019
- 5 Reid D. B, Shah K. N, Eltorai A. E, Got C. C, Daniels A. H. Epidemiology of finger amputations in the United States from 1997 to 2016. *Journal of Hand Surgery Global Online*. 2019; 1(2):45-51. <https://doi.org/10.1016/j.jhsg.2019.02.001>
- 6 Shores J. T. Anatomy and Physiology of the Fingertip. *Fingertip Injuries: Diagnosis, Management and Reconstruction*. *Fingertip Injuries*. 2015; 3(1):1-9. https://doi.org/10.1007/978-3-319-13227-3_1

26 females) with a mean age of 39.62 years in the intervention group and 35 years in the control group were assessed. Prognosis was evaluated on days 7, 14, and 21. On day 7, 76.9% of the intervention group exhibited grade 2/3 central necrosis, compared to 92.3% in the control group. Marginal necrosis occurred in 23.1% of the intervention group and 7.7% of the control group.

On day 14, 53.8% of patients in the intervention group had grade 1/3 central necrosis and 23.1% had grade 2/3 necrosis, while these values in the control group were 23.1% and 80.8%, respectively. Marginal necrosis was observed in 23.1% of the intervention group and 3.8% of the control group.

On day 21, in the intervention group, 15.4% had grade 1/3 central necrosis, 7.7% had grade 2/3 necrosis, 15.4% underwent amputation, and 15.4% had marginal necrosis. Overall, 46.2% of the intervention group showed improvement. In contrast, in the control group, 3.8% had grade 1/3 necrosis, 80.8% had grade 2/3 necrosis, and 42.3% required amputation, with only 15.4% showing improvement.

Previous studies on the efficacy of pentoxifylline can be broadly divided into two categories: those focused primarily on burns and wound healing, and those evaluating its anti-inflammatory properties.

Studies that examined its effect on wound healing suggest that pentoxifylline may accelerate this process. For example, a 2016 review by Ahmadi et al. concluded that administration of pentoxifylline could increase the speed and quality of wound healing⁽³⁴⁾.

Similarly, Moradi et al. (2023) investigated the combined effect of pentoxifylline and zinc oxide on wound healing in rats. The study found reduced inflammation and fewer inflammatory cells in the pentoxifylline group compared to the zinc oxide group, aligning with the findings of the present study⁽³⁵⁾.

In a 2023 study by Moreira et al., the combination of pentoxifylline and chitosan was assessed for wound healing efficacy. The results showed that this combination effectively accelerated the wound healing process, and that higher concentrations of pentoxifylline further shortened the healing period—findings consistent with our results⁽³⁶⁾.

In another study by Dehghani et al. (2022), hydrogels loaded with pentoxifylline were shown to significantly accelerate wound healing, which is also in agreement with our findings⁽³⁷⁾. On day 7 of the current study, no significant difference in prognosis

was observed between the intervention and control groups. This is consistent with the 2013 study by Babaei et al., which examined the effect of pentoxifylline on streptozotocin-induced diabetic skin wounds in rats. That study reported that pentoxifylline administration significantly improved the wound healing process and quality in diabetic rats⁽³⁸⁾.

The discrepancies in early outcomes may be due to the precedence of histological changes over morphological ones, as well as species differences between rats and humans.

However, on days 14 and 21, significant prognostic differences were observed between the two groups. The intervention group showed better outcomes and a higher number of healed cases

These findings are consistent with other studies that have identified pentoxifylline as an effective agent in accelerating wound healing. One such study is by Bhatia et al., which evaluated the topical effects of pentoxifylline on wound healing. The results demonstrated that pentoxifylline enhances wound healing at various levels, including stimulating fibroblast proliferation, increasing granulation tissue formation, reducing collagenase activity, facilitating collagen and other connective tissue deposition, minimizing bacterial accumulation, and decreasing exudate levels. These outcomes strongly align with the present study's findings⁽³⁹⁾.

The study by Khiury et al. indicated that pentoxifylline may influence angiogenesis in experimental models. Among the 22 studies reviewed, 16 reported anti-angiogenic effects of pentoxifylline, whereas 4 showed pro-angiogenic effects, and 2 found no impact on angiogenesis. However, there is insufficient clinical evidence to confirm pentoxifylline's role as an anti-angiogenic agent in clinical settings. Furthermore, the study referenced evidence suggesting that G protein-coupled receptor (GPCR) mechanisms, particularly adenosine A2B receptors (A2BAR), may play a role in metabolic processes and angiogenic switching. Therefore, further research is required to elucidate pentoxifylline's effects on metabolism, energy homeostasis, and its underlying mechanisms of action⁽⁴⁰⁾.

In a study by Baykal et al., pentoxifylline was administered to rats following sciatic nerve injury. The results showed a shorter latency and higher amplitude of muscle action potentials in the treatment group, though only the amplitude reached

Table 7: Wound status after 21 days in the group not receiving pentoxifylline (intervention group)

	Frequency	Frequency percentage	Percentage of validity	Cumulative percentage
Central 1/3 necrosis	4	15.4	15.4	15.4
Central 2/3 necrosis	2	7.7	7.7	23.1
Amputation	4	15.4	15.4	38.5
Healed	12	46.2	46.2	84.6
Marginal necrosis	4	15.4	15.4	100
Total	26	100	100	

The prognosis of all 52 patients was thoroughly assessed during the course of treatment. These evaluations were conducted at three time points: the 7th, 14th, and 21st days post-surgery. On the 7th day after surgery, no significant differences in prognosis were observed between the two groups. A relative improvement in the treatment process was noted in 40% of the patients in the intervention group and 38% in the comparison group ($P=0.248$). It appeared that pentoxifylline had no immediate effect on the treatment prognosis, and its impact became more evident in the following days.

By the 14th day post-surgery, the intervention group showed better prognosis. Seventy percent of patients in the intervention group demonstrated more significant progress compared to 55% in the comparison group ($P<0.0001$). This difference was particularly notable in terms of improved function and reduced treatment-related complications in the intervention group.

On the 21st day post-surgery, the prognosis in the intervention group was significantly better: 90% of patients in the intervention group achieved full recovery, whereas only 75% of patients in the comparison group reached this outcome. This difference was also statistically significant ($P=0.01$), demonstrating the positive effect of pentoxifylline on treatment outcomes.

Drug-related side effects were also closely monitored during the study. In the intervention group, 4 patients (15.4%) experienced side effects associated with pentoxifylline, including headache, nausea, and dizziness. These effects were generally mild and transient, and none of the patients required discontinuation of the medication. While these side effects temporarily affected some patients, they did not seriously interfere with the treatment process. No significant side effects were observed in the comparison group. The results of this study indicate that the use of pentoxifylline as an adjunct therapy in patients with traumatic finger amputation has a

significant and positive effect on wound healing and prognosis. In all evaluations, the intervention group (receiving pentoxifylline) showed superior outcomes in wound healing and treatment prognosis compared to the comparison group.

The most significant differences were observed on the 14th and 21st days post-surgery, where patients in the intervention group demonstrated notably greater progress in recovery and prognosis. Furthermore, pentoxifylline was associated with fewer adverse effects compared to the control group, and its role in accelerating patient recovery—especially in terms of wound healing and functional outcomes—was clearly evident. These findings suggest that pentoxifylline could be an effective treatment option for patients with traumatic finger amputation and may be recommended as an adjunctive therapy alongside conventional treatment modalities.

Discussion

Pentoxifylline is a methylxanthine derivative synthesized through the modification of theobromine extracted from cocoa (*Theobroma*) or tea using a hexidone group⁽³¹⁾.

Various studies have demonstrated the effectiveness of this drug in treating peripheral vascular diseases, such as cerebral ischemia and chronic embolic vasculitis⁽³²⁾. Pentoxifylline acts by reducing blood viscosity, enhancing tissue oxygenation, and increasing red blood cell flexibility⁽³²⁾. Additionally, recent evidence suggests that pentoxifylline inhibits the production of reactive oxygen species (ROS) and improves capillary circulation and tissue oxygenation in various organs⁽³³⁾.

The present study aimed to investigate the effect of this drug in a randomized clinical trial on tissue healing in patients with traumatic fingertip amputation. In this study, 52 patients (26 males and

comparison group, 6 participants (23.1%) demonstrated one-third central necrosis, and 21 participants (80.8%) exhibited two-thirds central necrosis. Regarding marginal necrosis on day 14, 6 participants (23.1%) in the intervention group and only 1 participant (3.8%) in the comparison group showed this condition (Table 4 and 5). The final evaluations were conducted on day 21, as follows: on the twenty-first day, in the intervention group, 4 individuals (15.4%) experienced central necrosis

stage 3/1, 2 individuals (7.7%) experienced central necrosis stage 3/2, 4 individuals (15.4%) underwent amputation, and 4 individuals (15.4%) had peripheral necrosis. In this group, on day 21, 12 individuals (46.2%) showed improvement (Table 6). On day 21, in the control group, one patient (3.8%) developed one-third necrosis, ten patients (38.5%) developed central necrosis, and eleven patients (42.3%) underwent amputation. In this group, four patients (15.4%) showed improvement by day 21 (Table 7).

Table 1: Total number of the statistical population under study

	Groups	Number	Average	Standard deviation	Average standard error
Age	Interventional	26	39.62	8.918	1.749
	Comparative	26	35	8.447	1.657

Table 2: Wound status after 7 days in the group receiving pentoxifylline (intervention group)

	Frequency	Frequency percentage	Percentage of validity	Cumulative percentage
Central 2/3 necrosis	20	76.9	76.9	76.9
Marginal necrosis	6	23.1	23.1	100
Total	26	100	100	

Table 3: Wound status after 7 days in the group not receiving pentoxifylline (comparison group)

	Frequency	Frequency percentage	Percentage of validity	Cumulative percentage
Central 2/3 necrosis	24	92.3	92.3	92.3
Marginal necrosis	2	7.7	7.7	100
Total	26	100	100	

Table 4: Wound status after 14 days in the group receiving pentoxifylline (intervention group)

	Frequency	Frequency percentage	Percentage of validity	Cumulative percentage
Central 1/3 necrosis	14	53.8	53.8	53.8
Central 2/3 necrosis	6	23.1	23.1	76.9
Marginal necrosis	6	23.1	23.1	100
Total	26	100	100	(blank)

Table 5: Wound status after 14 days in the group not receiving pentoxifylline (comparison group)

	Frequency	Frequency percentage	Percentage of validity	Cumulative percentage
Central 1/3 necrosis	4	15.4	15.4	15.4
Central 2/3 necrosis	21	80.8	80.8	96.2
Marginal necrosis	1	3.8	3.8	100
Total	26	100	100	(blank)

Table 6: Wound status after 21 days in the group not receiving pentoxifylline (comparison group)

	Frequency	Frequency percentage	Percentage of validity	Cumulative percentage
Central 1/3 necrosis	1	3.8	3.8	3.8
Central 2/3 necrosis	10	38.5	38.5	42.3
AMPUTATION	11	42.3	3.8	84.6
HEALED	4	15.4	15.4	100
TOTAL	26	100	100	

approach may expedite wound healing and decrease the need for additional surgical interventions. Ultimately, the goal of this study is to investigate the effects of pentoxifylline on improving microcirculation and accelerating wound healing following fingertip amputation. This research may contribute to the development of novel and cost-effective therapeutic strategies for this patient population, potentially reducing both hospitalization expenses and the length of hospital stay.

Materials & Methods

The present study is a randomized clinical trial designed to assess the effect of pentoxifylline on the healing process of traumatic fingertip amputation wounds. The study was conducted to compare the therapeutic effects of pentoxifylline versus placebo. The study population consisted of patients who, in 2023, were admitted to the emergency department of Shahid Madani Hospital in Karaj and underwent surgical repair of traumatic finger amputations. Participants were selected based on predefined inclusion and exclusion criteria. Inclusion criteria involved presenting to the emergency department with fingertip amputation due to trauma and being within the age range of 18 to 65 years. Exclusion criteria included a history of rheumatologic or vascular diseases, diabetes, wound healing disorders, smoking, known nutritional or pharmaceutical supplementation, and any preexisting conditions affecting wound healing. Sample size was calculated using Cohen's formula and G*Power software. Assuming a significance level of 0.05, a power of 80%, and an effect size of 0.8, the required sample size was determined to be 26 participants per group (control and intervention), totaling 52 subjects. A census sampling method was used, and all eligible patients presenting to the emergency department of Shahid Madani Hospital and undergoing surgical treatment were enrolled in the study. In this study, 52 patients were randomly assigned into two groups: intervention and control. In the intervention group, patients received pentoxifylline at a dosage of 1200 mg per day for a duration of 21 days. In the control group, a placebo similar in appearance to pentoxifylline was administered. The wound healing process was evaluated based on several parameters, including wound infection, drug-related complications, and healing speed. Assessments focused on the extent of vascular revascularization,

restoration of normal function in the wound area, and the degree of surgical scar improvement. Patient data were collected using a checklist specifically designed by the researchers, and subsequently entered into SPSS software for statistical analysis. Data analysis was performed using the t-test, and in cases where the data did not follow a normal distribution, the equivalent non-parametric test was applied. In this study, confounding variables such as age and gender were controlled through randomization.

Results

In this study, 52 patients with traumatic finger amputation were randomly assigned to one of two groups: an intervention group (receiving pentoxifylline) and a comparison group (receiving other treatments or no treatment). The aim of the study was to evaluate the efficacy of pentoxifylline in promoting wound healing and improving therapeutic prognosis. Data were collected and analyzed at multiple time points following surgery (on days 7, 14, and 21). At baseline, the groups were randomly and evenly matched in terms of demographic characteristics. Each group consisted of 26 participants—13 males and 13 females—resulting in an overall gender distribution of 50% male and 50% female. The mean age in the intervention group was 39.62 years (SD: 10.56), while the comparison group had a mean age of 35 years (SD: 12.46). The age difference between the two groups was not statistically significant ($P = 0.061$). Similarly, no significant difference was observed in gender distribution between the groups (Table 1). Wound status was thoroughly assessed over the course of treatment at three distinct postoperative time points: days 7, 14, and 21. According to the evaluations conducted on day 7, it was found that in the intervention group, 20 participants (76.9%) exhibited two-thirds central necrosis, while in the comparison group, this condition was observed in 24 participants (92.3%). Additionally, marginal necrosis was identified in 6 participants (23.1%) in the intervention group, compared to 2 participants (7.7%) in the comparison group (Table 2 and 3). In the subsequent phase of patient data evaluation on postoperative day 14, it was observed that in the intervention group, 14 participants (53.8%) exhibited one-third central necrosis, while 6 participants had two-thirds central necrosis. In contrast, within the

Choosing the most effective treatment approach can significantly impact hospital stay duration, accelerate the healing process, and minimize complications. In this regard, the use of medications that reduce inflammation and enhance microcirculation to accelerate recovery has become a novel and noteworthy approach⁽³⁾.

In terms of prevalence, traumatic injuries to the hand and fingers are among the common causes of emergency department visits, with more than 45,000 cases of traumatic finger amputations reported annually in the United States. These injuries occur three times more frequently in men than in women, and the highest rate of fingertip amputations is observed in children under the age of five, particularly in door-related accidents^(4,5).

The anatomy of the fingertip is composed of several structures, including the distal phalanx, tendons, ligaments, germinal and sterile matrices, nail plate, and subcutaneous tissues. The distal phalanx consists of the tuft (head), diaphysis (shaft), and base with an articular surface. The perionychium structure includes the nail bed, paronychium, eponychium, and nail fold, which support the nail plate and its underlying matrix⁽⁶⁾.

To better understand the various types of fingertip injuries, several classification systems have been proposed, including those by Fassler, Rosenthal, Allen, Tamai, Sebastin, and Chung, and more recently, the PNB system—an acronym for Pulp, Nerve, and Bone⁽⁷⁾. Evans and Bernadis introduced the PNB system using a scoring method to assign a three-digit code for better description of the severity of injury to the pulp, nerves, and bone.

One of the most commonly used classification systems is the Rosenthal system, described in 1983, which categorizes fingertip amputations into three zones: Zone I: injuries distal to the osseous distal phalanx, Zone II: injuries between the lunula and the distal phalanx, and Zone III: injuries proximal to the lunula⁽⁸⁾. Injuries in Zone I can generally be managed conservatively, as the germinal matrix remains intact. In contrast, injuries in Zones II and III extend into the germinal matrix and therefore generally require surgical management⁽⁹⁾.

Surgical treatments for fingertip trauma are divided into four main categories. The first involves nail bed repair, which in simple lacerations is performed using absorbable sutures in the emergency department. However, in proximal injuries, the germinal matrix must be evaluated first. Instead of amputation,

reconstruction of the amputated digit is generally preferred, as it yields better functional outcomes and leads to faster recovery. On average, patients return to work within 47 days⁽¹⁷⁻²⁰⁾. The fourth category of surgical treatment involves the consideration of fingertip replantation, provided that the anatomical structures are preserved. This procedure requires vascular anastomosis, and the amputated digit should be immediately wrapped in sterile gauze soaked in normal saline and stored in a mixture of ice and water⁽²¹⁻²³⁾. Amputated fingertips can remain viable for 6–12 hours under warm ischemia and for 24–30 hours under cold ischemia conditions⁽²⁴⁻²⁶⁾.

Pentoxifylline, a dimethylxanthine derivative with the chemical formula $C_{13}H_{18}N_4O_3$, exhibits anti-inflammatory properties, vasodilation effects, enhancement of red blood cell flexibility, and improved tissue oxygenation. By increasing the level of cyclic adenosine monophosphate (cAMP) in vascular smooth muscle cells, it induces vasodilation and subsequently improves blood flow. Pentoxifylline also acts as a non-selective phosphodiesterase inhibitor, contributing to enhanced red blood cell flexibility and improved microcirculation in injured tissues. Consequently, this drug may significantly aid in the healing of traumatic wounds and enhance oxygen delivery to damaged tissue⁽²⁷⁾.

Numerous studies have demonstrated the effectiveness of pentoxifylline in managing microcirculatory and inflammatory issues in various conditions, including atherosclerosis, chronic kidney disease, and certain types of wounds. In patients with chronic kidney disease undergoing dialysis, pentoxifylline has been shown to improve hemoglobin and hematocrit levels, thereby alleviating anemia symptoms. Similarly, in the treatment of traumatic injuries, pentoxifylline may facilitate recovery by enhancing blood flow and reducing inflammation, while potentially minimizing post-surgical complications such as infection and ischemic necrosis⁽²⁸⁻³⁰⁾.

Accordingly, this study aims to determine whether the use of pentoxifylline, as an affordable and effective treatment, can shorten hospitalization duration, reduce healthcare costs, and improve surgical outcomes in the management of fingertip amputation wounds. If validated through ongoing research, this treatment may serve as a valuable therapeutic option for patients suffering from traumatic finger injuries who are unable to afford costly and complex treatments. Moreover, this

Traumatic Finger-Tip Amputation and the Effect of Pentoxifylline on Tissue Healing (A Comparative Randomized Clinical Trial)

Abstract

Introduction: The aim of this study was to investigate the effect of pentoxifylline on the healing process of wounds resulting from traumatic amputation of the fingertips in patients, especially those who need accelerated treatment and better outcomes.

Materials & Methods: This study was conducted as a randomized clinical trial on 52 patients who had referred to a teaching unit with finger-tip amputation after trauma. The patients were divided into two intervention groups (receiving pentoxifylline) and control group (receiving placebo). Pentoxifylline was prescribed in the intervention group at a dose of 1200 mg per day for 21 days. Evaluations were performed at three times (days 7, 14, and 21) in terms of wound status and treatment results.

Results & Discussion: The results showed that on the seventh day, a lower percentage of patients in the intervention group had central and peripheral necrosis. Also, on the fourteenth and twenty-first days, a significant improvement in the condition of the wounds was observed in the intervention group and the prognosis of treatment in this group was significantly better. On the twenty-first day, 90% of patients in the intervention group achieved complete recovery, while in the control group this figure was 75%. Also, the side effects of pentoxifylline in the intervention group were few and temporary, and none of the patients needed to discontinue the drug.

Conclusion: The use of pentoxifylline as a complementary treatment in patients with traumatic finger amputation has a significant positive effect on accelerating wound healing and improving treatment prognosis.

Keywords: Pentoxifylline, Traumatic amputation, Finger injuries, Wound healing.

Accepted: 40 days before printing

Salman Azarsina, MD¹, Arvin Najafi, MD¹, Saeed Behjati, MD², Mohammad Sajjad Mirhoseini, MD¹,
Armin Tajik, MD², Amir Mohammad Keshavarz Hassani, MD², Hamidreza Balaei Saryazdi, MD², Sarah Mohebbi, MD²

1. Department of Orthopedic Surgery,
Clinical Research Development Unit of
Shahid Madani Hospital, Alborz
University of Medical Sciences, Karaj,
Iran.

2. Student Research Committee,
School of Medicine, Alborz University
of Medical Sciences, Karaj, Iran.

Introduction

Finger trauma is among the most common injuries encountered in the field of orthopedics, particularly observed in industrial and workshop-related occupations. These injuries, aside from causing pain and discomfort, often lead to significant physical and social disabilities and, in many cases, result in serious occupational complications⁽¹⁾. Finger amputations, especially at the fingertip, not only have physical consequences but also cause considerable psychological and social problems for patients. Such disabilities can result in the loss of ability to perform daily tasks, decreased quality of life, and eventually job abandonment or a shift in occupational activities. In this context, selecting an appropriate therapeutic approach for the repair of finger injuries is of particular importance, especially when the patient aims to return to work in the shortest time possible.

Many of the patients who visit hospitals due to traumatic injuries are those typically involved in industrial and workshop jobs. These individuals often lack the financial means to afford high-cost treatments and require therapeutic approaches that are both cost-effective and efficient, enabling them to return to their jobs as quickly as possible. Therefore, choosing treatment methods that not only minimize costs but also reduce recovery time is a key issue in the management of these patients. Surgical repair of fingertip amputations is often associated with various challenges.

Corresponding Author:
Armin Tajik, MD
Email address:
armintajik.srgn@gmail.com

References

- Smith JS, Klineberg E, Schwab F, et al. Change in classification grade by the SRS-Schwab adult spinal deformity classification predicts impact on health-related quality of life measures: prospective analysis of operative and nonoperative treatment. *Spine (Phila Pa 1976)* 2013;38:1663-1671. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31829ec563
- Schwab FJ, Blondel B, Bess S, et al. Radiographical spinopelvic parameters and disability in the setting of adult spinal deformity: a prospective multicenter analysis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2013;38:E803-812. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318292b7b9
- Fu KM, Rhagavan P, Shaffrey CI, et al. Prevalence, severity, and impact of foraminal and canal stenosis among adults with degenerative scoliosis. *Neurosurgery* 2011;69:1181-1187. DOI: 10.1227/NEU.0b013e31822a9aeb
- Gardner RO, Torrie PA, Bertram W, et al. A radiological evaluation of lateral vertebral subluxation associated with spinal stenosis in the lumbar spine in degenerative scoliosis. *Spine Deform* 2013;1:365-370. <https://doi.org/10.1016/j.jspd.2013.05.010>
- Chen PG, Daubs MD, Berven S, et al. Surgery for degenerative lumbar scoliosis: the development of appropriateness criteria. *Spine (Phila Pa 1976)* 2016;41:910-918. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001392
- Neuman BJ, Baldus C, Zebala LP, et al. Patient factors that influence decision making: randomization versus observational nonoperative versus observational operative treatment for adult symptomatic lumbar scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2016;41:E349-358. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001222
- Enercan M, Ozturk C, Kahraman S, et al. Osteotomies/spinal column resections in adult deformity. *Eur Spine J* 2013;22 Suppl 2: 254-264. <https://doi.org/10.1007/s00586-012-2313-0>
- Kyrölä K, Kautiainen H, Pekkanen L, et al. Long-term clinical and radiographic outcomes and patient satisfaction after adult spinal deformity correction. *Scand J Surg* 2019;108:343-351. <https://doi.org/10.1177/1457496918812201>
- Ames CP, Smith JS, Pellisé F, et al. Development of deployable predictive models for minimal clinically important difference achievement across the commonly used health-related quality of life instruments in adult spinal deformity surgery. *Spine (Phila Pa 1976)* 2019;44:1144-1153. DOI: 10.1097/BRS.0000000000003031
- Sugawara R, Takeshita K, Inomata Y, et al. The Japanese scoliosis society morbidity and mortality survey in 2014: the complication trends of spinal deformity surgery from 2012 to 2014. *Spine Surg Relat Res* 2018;3:214-221. <https://doi.org/10.22603/ssrr.2018-0067>
- Kelly MP, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Fate of the adult revision spinal deformity patient: a single institution experience. *Spine (Phila Pa 1976)* 2013;38:E1196-E1200. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31829e764b
- Zhu F, Bao H, Liu Z, et al. Unanticipated revision surgery in adult spinal deformity: an experience with 815 cases at one institution. *Spine (Phila Pa 1976)* 2014;39:B36-B44. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000463
- Hu X, Lieberman IH. Revision adult spinal deformity surgery: does the number of pre-vious operations have a negative impact on outcome? *Eur Spine J* 2019;28:155-160. <https://doi.org/10.1007/s00586-018-5747-1>
- Wang MY, Tran S, Brusko GD, et al. Less invasive spinal deformity surgery: the impact of the learning curve at tertiary spine care centers. *J Neurosurg Spine* 2019;31(6):865-872. <https://doi.org/10.3171/2019.6.SPINE19531>
- Isaacs RE, Hyde J, Goodrich JA, et al. A prospective, nonrandomized, multicenter evaluation of extreme lateral interbody fusion for the treatment of adult degenerative scoliosis: perioperative outcomes and complications. *Spine (Phila Pa 1976)* 2010;35:S322-S330. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3182022e04
- Silvestre C, Mac-Thiong JM, Hilmi R, et al. Complications and morbidities of mini-open anterior retroperitoneal lumbar interbody fusion: oblique lumbar interbody fusion in 179 patients. *Asian Spine J* 2012;6:89-97. doi: 10.4184/asj.2012.6.2.89
- Alimi M, Hofstetter CP, Tsiouris AJ, et al. Extreme lateral interbody fusion for unilateral symptomatic vertical foraminal stenosis. *Eur Spine J* 2015;24 Suppl 3:346-352. <https://doi.org/10.1007/s00586-015-3940-z>
- Wang K, Zhang C, Cheng C, et al. Radiographic and clinical outcomes following combined oblique lumbar interbody fusion and lateral instrumentation for the treatment of degenerative spine deformity: a preliminary retrospective study. *Biomed Res Int*.2019. <https://doi.org/10.1155/2019/5672162>
- Berjano P, Lamartina C. Far lateral approaches (XLIF) in adult scoliosis. *Eur Spine J* 2013;22 Suppl 2:242-253. <https://doi.org/10.1007/s00586-012-2426-5>
- Koller H, Pfanz C, Meier O, et al. Factors influencing radiographic and clinical outcomes in adult scoliosis surgery: a study of 448 European patients. *Eur Spine J* 2016;25:532-548. <https://doi.org/10.1007/s00586-015-3898-x>
- Steib JP, Dumas R, Mitton D, et al. Surgical correction of scoliosis by in situ contouring: a detorsion analysis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2004;29:193-199. DOI: 10.1097/01.BRS.0000107233.99835.A4
- Banno T, Hasegawa T, Yamato Y, et al. Prevalence and risk factors of iliac screw loosening after adult spinal deformity surgery. *Spine (Phila Pa 1976)* 2017;42:E1024-E1030. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002047
- Edwards CC 2nd, Bridwell KH, Patel A, et al. Long adult deformity fusions to L5 and the sacrum. A matched cohort analysis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2004;29:1996-2005. DOI: 10.1097/01.brs.0000138272.54896.33
- Volkheimer D, Reichel H, Wilke HJ, et al. Is pelvic fixation the only option to provide additional stability to the sacral anchorage in long lumbar instrumentation? A comparative biomechanical study of new techniques. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2017;43:34-39. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2017.02.001>
- Koller H, Zenner J, Hempfing A, et al. Reinforcement of lumbosacral instrumentation using S1- pedicle screws combined with S2-alar screws. *Oper Orthop Traumatol*. 2013;25: 294-314. <https://doi.org/10.1007/s00064-012-0160-0>

Discussion

When conservative management fails, surgical intervention may be considered for patients experiencing persistent back or leg pain. Severe or progressive deformities with significant trunk imbalance are typical indications for corrective instrumentation and spinal fusion^(5,6). In cases of marked scoliosis with sagittal malalignment, procedures such as Smith-Petersen or Ponte osteotomy are often selected if the intervertebral spaces remain mobile, whereas more rigid deformities may require pedicle subtraction osteotomy (PSO)⁽⁷⁾.

Previous studies have demonstrated that surgical correction of adult scoliosis can improve long-term quality of life⁽⁸⁾. Nonetheless, choosing the appropriate surgical approach requires individualized planning that accounts for age, comorbidities, and the three-dimensional characteristics of the deformity⁽⁹⁾. Over the past decade, the rate of ASD surgeries has risen, despite the relatively high risks in older patients. Reported complication rates range from about 13% at one-year follow-up to 30% at five years^(8,10). Mechanical complications—such as nonunion, rod fractures, proximal junctional kyphosis (PJK), and loosening of pedicle screws—are the leading reasons for revision surgery and account for 30–40% of all complications^(11,12). These issues can undermine surgical outcomes, particularly in patients requiring multiple operations, highlighting the importance of careful preoperative planning and risk–benefit assess⁽¹³⁾.

ASDs can stem from several underlying conditions, including idiopathic scoliosis, degenerative or neoplastic changes, all of which disrupt spinal stability and balance^(1,2). Normal upright posture relies on the harmonious interaction of spinal curves, pelvic orientation, and muscular support^(1–4). Dubousset's "cone of economy" concept describes the stable zone of energy-efficient standing posture, a framework often used to evaluate balance in patients with deformities⁽⁵⁾.

Although the definition of optimal spinal balance remains debated, radiographic parameters are widely used to guide surgical correctio⁽⁶⁾. Thoracic kyphosis (TK) and lumbar lordosis (LL), usually measured with Cobb angles, are commonly analyzed to assess regional alignment. More recently, pelvic parameters have been recognized as essential in evaluating sagittal balance, with the sagittal vertical

axis (SVA) — defined as the distance between the C7 plumb line and the posterior superior sacral endplate — being one of the most reliable indicators^(7–10). An SVA of less than 50 mm is often considered an achievable target for maintaining functional global alignment, ensuring a stable standing posture and forward gaze^(4,11). In many cases, osteotomies become necessary to restore this global balance⁽¹¹⁾. The selection of osteotomy type depends on factors such as bone quality, spinal rigidity, surgeon experience, deformity magnitude, and overall spinopelvic alignment^(12,13).

Among available osteotomy techniques, Smith-Petersen osteotomy (SPO) and pedicle subtraction osteotomy (PSO) are the most frequently employed^(14–16).

While SPO generally provides about 10° of correction per level, PSO achieves larger segmental corrections of 30–40°. SPO has the advantages of shorter operative time, reduced blood loss, and lower neurological risk compared to more invasive options, though it offers less sagittal correction and may increase compensatory changes in the coronal plane. In contrast, PSO is often reserved for rigid sagittal or combined sagittal–coronal deformities, such as flat-back syndrome, but carries higher risks and complication rates^(16–25).

Our findings indicate that correction achieved with SPO led to meaningful improvements in both radiographic alignment and clinical outcomes, supporting its role as an effective option in selected patients with adult spinal deformities.

Conclusion

It is possible to use milder osteotomies such as Ponte or Smith-Peterson in several levels where only the posterior column of the spine is osteotomies without the need for more severe osteotomies such as PSO, which are associated with more complications such as more bleeding, longer operation time, and the possibility of neurological complications. Severe deformities in the sagittal and coronal planes can be corrected.

Acknowledgment

The authors would like to thank the professional team of the Clinical Research Development Unit of Shahid Madani Hospital, Karaj, who helped us in this research.

Table 1: Examining the level of characteristic demographic status in the examined patients

Variables		Frequency (Percent)
Gender	F	4(40.0)
	M	6(60.0)
Number of Levels fused	5.00	2(20.0)
	7.00	3(30.0)
	9.00	5(50.0)
Number of levels osteotomy	3.00	1(10.0)
	4.00	7(70.0)
	5.00	1(10.0)
	6.00	1(10.0)
Levels of osteotomy	L1.L2.L3.L4	1(10.0)
	L1.L2.L3.L4	1(10.0)
	L2.L3.L4.L5	2(20.0)
	L3.L4.L5	1(10.0)
	L3.L4.L5.S1	1(10.0)
	T11-T12.L1.L2.L3	1(10.0)
	T12.L1.L2.L3	2(20.0)
	T12.L1.L2.L3.L4.L5	1(10.0)
Hardware. Failure	NO	10(100.0)
Pseudo arthritis	NO	10(100.0)
Complications	NO	8(80.0)
	neurologic	1(10.0)
	superficial infection no	1(10.0)
Readmission	NO	9(90.0)
	YES	1(10.0)
Pjk .dj	NO	10(100.0)
Age		53.5±12.24
BMI		28.2±3.39
Blood. loss		660.0±123.01
F.U		17.20±9.35
OR. Time		171.5±29.06

Table 2: Examination of the level of clinical characteristics before and after surgery in the examined patients

P value	Mean±Std. Deviation	Variables
0.0001	15.40±3.83	SVA Pre OP
	4.30±2.21	SVA Post OP
0.269	51.7±8.32	Pelvic Incidence Pre OP
	52.50±8.80	Pelvic Incidence Post OP
0.002	28.70±5.81	Pelvic Tilt Pre OP
	23.50±3.68	Pelvic Tilt Post OP
0.002	23.50±9.48	Sacral Slope Pre OP
	29.40±7.73	Sacral Slope Post OP
0.000	8.50±14.68	Lumbar Lordosis Pre OP
	42.10±7.03	Lumbar Lordosis Post OP
0.003	24.40±14.50	Thoracic Kyphosis Pre OP
	35.20±7.43	Thoracic Kyphosis Post OP
0.0001	7.70±1.05	VAS Pre OP
	3.10±.87	VAS. Post OP

In recent decades, progress in patient selection criteria and the development of risk stratification models have improved surgical planning^(9,10). Similarly, minimally invasive procedures have been introduced, although complication rates remain significant⁽¹¹⁾.

Historically, spinal osteotomies were performed only in specialized centers, but they are now widely available thanks to broader surgical training and fellowships. Commonly used osteotomy techniques include Smith-Petersen osteotomy (SPO), pedicle subtraction osteotomy (PSO), bone-disc-bone osteotomy (BDBO), and vertebral column resection (VCR), with each representing a step up in technical difficulty and correction potential.

The present study aims to evaluate radiographic parameters and clinical outcomes in patients undergoing Smith-Petersen osteotomy for the correction of adult spinal deformities.

Materials & Methods

In this case series study, data was prepared and extracted retrospectively from patients' records. Inclusion criteria of our study were: age above 18 years, ASA risk class III or less, and Candidate for elective Smith-Petersen osteotomy surgery with the main indication of correction sagittal spine deformity in the last three years.

All radiographs and questionnaires related to clinical treatment are included at that time. All patients underwent full standing digital spine radiography before surgery. Radiographic and clinical parameters, including the following items, are extracted from the patients' files before the operation and 1 month after the operation from the patients' files and faxes. Demographic and surgical information: Demographic and clinical information was obtained for each patient. First, the information from the questionnaire is coded and entered into SPSS software. Mean±SD was used to display quantitative data and frequency was used to display qualitative data. A significance level of less than 5% was considered. Parametric analyzes were used to analyze variables with normal distribution and non-parametric analyzes were used to analyze variables with non-normal distribution. Paired t-test was used to check the relationship between radiological criteria and clinical findings before and after transplant. The effect of background variables on OUTCOME is used from regression analysis according to the type of variables. The less

than 0.05 level considered as significance. The data was entered into SPSS software and analyzed by relevant statistical tests.

Results

In this study, the number of 10 patients who met the conditions for entering the study was examined (Figure 1); the clinical and demographic information of the patients is reported in Table 1.

The amount of change in SAV before and after correction of deformity after surgery has decreased significantly ($P<0.0001$), the amount of Pelvic Incidence has also increased from 51.7 to 52.5 after surgery, which is not statistically significant. (0.269). Pelvic tilt decreased from 28.7 to 23.5 after surgery ($P=0.002$).

Sacral slope increased from 23.5 to 29.4 ($p=0.002$). Lumbar Lordosis also increased from 8.5 to 42.1 after surgery ($p<0.0001$).

The rate of Thoracic Kyphosis also increased significantly from 24.4 to 25.2 after surgery ($P=0.003$). There was a significant decrease in VAS from 7.7 to 3.1 after surgery ($P<0.00001$) (Table 2).

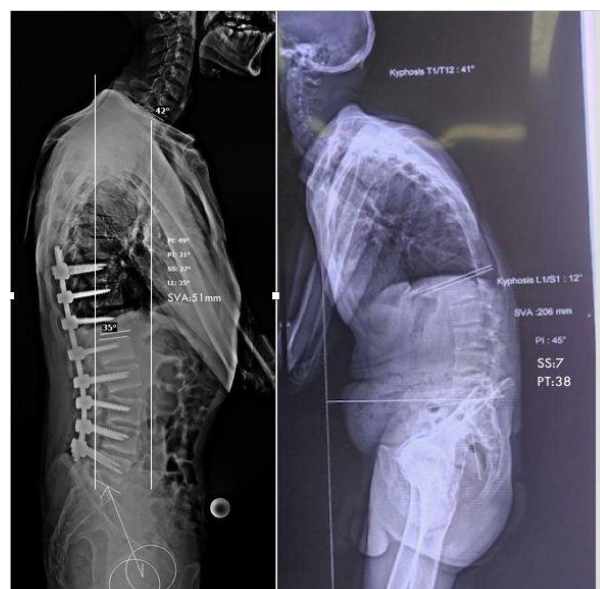


Figure 1: A 56-year-old male patient with a severe deformity in the sagittal plane, who underwent a four- Levels Ponte osteotomy and obtained a very good correction; S.V.A, Pelvic Incidence, Pelvic Tilt, Sacral Slope, Lumbar Lordosis, Thoracic Kyphosis, Cervical lordosis, PI – LL and SRS-22r before and after surgery

Investigating Radiological Criteria and Clinical Findings in Patients Before and After Smith-Peterson Osteotomy to Correct Adult Spine Deformity

Abstract

Introduction: The aim of this study is to investigate the radiographic and clinical findings in patients before and after Smith-Peterson osteotomy to correct adult spine deformity.

Materials & Methods: This is a case series study. Data be prepared and extracted retrospectively from patients' records. Inclusion criteria were age >18 years, American Society of Anesthesiology (ASA) risk class III or less, and sagittal spine deformity within three years. All the patients had pre-operative full standing digital spine radiography. Radiographic and clinical parameters were extracted from the patients' files before the operation and 1 month after the operation. Demographic and surgical and clinical information: information was obtained for each patient. The information from the questionnaire was coded and entered SPSS software. The level of significance was considered less than 5%.

Results & Discussion: A total of 10 patients met the conditions for entering the study and were examined. The amount of change in SAV before and after correction of deformity post-surgery decreased significantly ($P<0.0001$), the amount of Pelvic Incidence increased from 51.7 to 52.5 after surgery, which is not statistically significant ($p=0.269$). Pelvic tilt decreased from 28.7 to 23.5 after surgery ($P=0.002$). Sacral slope increased from 23.5 to 29.4 ($p=0.002$). Lumbar Lordosis also increased from 8.5 to 42.1 after surgery ($p<0.0001$). The rate of Thoracic Kyphosis also increased significantly from 24.4 to 25.2 after surgery ($P=0.003$). There was a significant decrease in VAS from 7.7 to 3.1 after surgery ($P<0.00001$).

Conclusion: The spinal deformity correction by the Smith-Peterson osteotomy method can improve the radiographic as well as clinical parameters in short term.

Keywords: Spine, Osteotomy, Radiography.

Accepted: 38 days before printing

Babak Mirzashahi, MD¹, Mohammad Javad Dehghani Firoozabadi, MD², Saeed Panahi, MD¹,
Salman Azarsina, MD², Mehdi Tiotour, MD³, Farnaz Hajtalebi, MD⁴, Romina Basij, MD⁴

1. Departments of Orthopedic Surgery, Imam Khomeini Hospital Complex, Tehran University of Medical Science, Tehran, Iran.

2. Department of Orthopedic Surgery, Clinical Research Development Unit of Shahid Madani Hospital, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran.

3. Student Research Committee, School of Medicine, Department of Orthopedic Surgery, Clinical Research Development Unit of Shahid Madani Hospital, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran.

4. Student Research Committee, School of Medicine, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran.

Corresponding Author:
Mehdi Tiotour, MD
Email address:
Fdmj11269@gmail.com

Introduction

Adult spinal deformities (ASDs) arise from diverse etiologies and are frequently associated with disability and a decline in health-related quality of life (HRQoL)^(1,2). With an aging population and advancements in medical and surgical practices, the frequency of spinal deformity surgery has steadily increased⁽³⁻⁵⁾. The decision to pursue surgical correction is usually driven by functional limitations and clinical symptoms rather than the radiographic severity of the deformity⁽⁶⁾. Achieving sagittal alignment on radiographs has been linked to favorable clinical outcomes⁽⁷⁾, and age-adjusted correction values have been suggested based on correlations between radiographic findings and patient-reported outcome measures (PROMs)⁽¹⁾. Although the primary objective of surgery is restoring spinal alignment, maintaining sagittal balance over time can be difficult, as age-related changes and mechanical complications may compromise initially successful results. Compared to hip or knee arthroplasty, outcomes following ASD surgery are less predictable⁽⁸⁾. Furthermore, patient satisfaction after surgery remains underexplored, and the relationship between radiographic improvements and PROMs has been debated.

have an effect on his satisfaction with the treatment, which was not considered in the study. One of the most common concomitants of this fracture is the triangular fibrocartilage complex injury. Since we do not have a specific indication for its repair in distal radius fracture, this injury also can affect the clinical outcomes.

Conclusion

The clinical outcomes of patients with intra-articular fractures with comminution (C2 and C3.1 types) in the group treated with plaque alone were not significantly different from the group treated with plaque plus external fixator. Therefore, due to the cheaper cost, higher comfort of the patient and the absence of complications specific to the external fixator, it seems that it is better to use only the plate and avoid imposing additional treatments without clinical justification.

Ethical approval

This study was approved by the Ethics Committee of Alborz university of medical science and conducted according to the declaration of Helsinki.

Informed consent

Informed consent was obtained from all patients. All authors gave their consentment for paper publication.

Acknowledgment

The authors would like to thank the professional team of the Clinical Research Development Unit of Shahid Madani Hospital, Karaj, who helped us in this research.

References

- 1 Azar FM, Canale ST, Beaty JH. Campbell's Operative Orthopaedics, E-Book: Elsevier Health Sciences; 2020.
- 2 Stirling E, Jeffery J, Johnson N, Dias J. Are radiographic measurements of the displacement of a distal radial fracture reliable and reproducible? The bone & joint journal. 2016;98(8):1069-1073. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.98B8.37469>
- 3 Vidal J, Buscayret C, Fischbach C, Brahini B, Paron M, Escare P. New method of treatment of comminuted fractures of the lower end of the radius: "ligamentary taxis". Acta orthopaedica Belgica. 1977;43(6):781-789. PMID: 613725
- 4 Huang T-L, Huang C-K, Yu J-K, Chiu F-Y, Liu H-T, Liu C-L, et al. Operative treatment of intra-articular distal radius fractures using the small AO external fixation device. Journal of the Chinese Medical Association. 2005;68(10):474-478. [https://doi.org/10.1016/S1726-4901\(09\)70077-2](https://doi.org/10.1016/S1726-4901(09)70077-2)
- 5 Wei DH, Poolman RW, Bhandari M, Wolfe VM, Rosenwasser MP. External fixation versus internal fixation for unstable distal radius fractures: a systematic review and meta-analysis of comparative clinical trials. Journal of orthopaedic trauma. 2012;26(7):386-394. DOI: 10.1097/BOT.0b013e318225f63c
- 6 Han L, Jin C, Yan J, Han S, He X, Yang X. Effectiveness of external fixator combined with T-plate internal fixation for the treatment of comminuted distal radius fractures. Genet Mol Res. 2015;14(1):2912-2919.
- 7 Lichtman DM, Bindra RR, Boyer MI, Putnam MD, Ring D, Slutsky DJ, et al. Treatment of distal radius fractures. JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2010;18(3):180-189.
- 8 Rozental TD, Blazar PE, Franko OI, Chacko AT, Earp BE, Day CS. Functional outcomes for unstable distal radial fractures treated with open reduction and internal fixation or closed reduction and percutaneous fixation: a prospective randomized trial. JBJS. 2009;91(8):1837-1846. DOI: 10.2106/JBJS.H.01478
- 9 Rockwood CA. Rockwood and Green's fractures in adults: Lippincott; 1991;2.
- 10 Ginn TA, Ruch DS, Yang CC, Hanel DP. Use of a distraction plate for distal radial fractures with metaphyseal and diaphyseal comminution. JBJS. 2006;88(1):29-36. DOI: 10.2106/JBJS.E.01094
- 11 Pradhan R, Lakhey S, Pandey B, Manandhar R, Rijal K, Sharma S. External and internal fixation for comminuted intra-articular fractures of distal radius. Kathmandu University Medical Journal. 2009;7(4):369-373.
- 12 Kaempffe FA, Walker KM. External fixation for distal radius fractures: effect of distraction on outcome. Clinical Orthopaedics and Related Research(1976-2007).2000;380:220-225.
- 13 Chen Y, Xie R, Tang J. In vivo changes in the lengths of carpal ligaments after mild dorsal angulation of distal radius fractures. Journal of Hand Surgery (European Volume). 2015;40(5):494-501. <https://doi.org/10.1177/1753193413517070>
- 14 Synn AJ, Makhni EC, Makhni MC, Rozental TD, Day CS. Distal radius fractures in older patients: is anatomic reduction necessary? Clinical Orthopaedics and Related Research®. 2009;467(6):1612-1620. <https://doi.org/10.1007/s11999-008-0660-2>
- 15 Chung KC, Kim HM, Haase SC, Lawton J, Ozer K, Waljee JF, et al. Reflections 1 year into the 21-center national institutes of health-funded wrist study: a primer on conducting a multicenter clinical trial. Journal of Hand Surgery. 2013;38(6):1194-1201.

Therefore, in these cases (C3.2 and C3.3 types), alternative treatments such as external fixator or spanning plate are used⁽¹⁰⁾. In our study, these severely comminuted fractures were excluded. One of the issues that affects the clinical outcomes of intra-articular fractures with distal radius comminution is the shortness of the radius in the long term after the treatment of the surgery. "Auxiliary use of external fixator" in combination with anatomical plates (which should be used in displaced intra-articular fractures) can prevent this shortening in the future by establishing length and alignment through ligamentotaxis⁽³⁾ and this issue was one of the our hypotheses in this study. On the other hand, if this hypothesis is rejected, the cost of the patient's surgery can be reduced by abandoning the use of this device.

In this randomized clinical trial, the post-operative hand function level (which was our most important variable) that was evaluated in the 9th month after surgery, did not show a significant difference between the group treated with plaque only (control) and the group treated with plaque plus external fixator (intervention). The clinical outcomes in the control group were even numerically slightly better (although not significant) and this could be because the patient's movements started earlier and patients returned to activities sooner in this group. The control group also did not have complications related to the external fixator, such as infection of pin tract and CRPS (of course, this difference was not significant) and lack of comfort due to the presence of an external device.

The results related to pain level were not significantly different between the two groups. Therefore, it can be concluded that considering the costs and comfort of the patients, the plate only surgical technique should be recommended to fix distal radius fractures. Regarding the functional level of patients, the results of our study are in contrast with Pradhan et al.'s study in 2010. They found that the best outcomes are obtained in the combined use of external and internal fixator. It seems that this difference in the results is due to the small statistical population of his study (22 people in total)⁽¹¹⁾.

We believe that the more important and fundamental role than the clinical and radiological outcomes (including the depression of the articular surface and as a result the shortening of the radius), in addition to the restoration of the appropriate articular surface and height of the radius and tilt

suitable palmar at the time of surgery, is to provide proper support in the subchondral area during surgery (using bone graft if needed) due to the comminuted nature and presence of metaphyseal impaction and restore bony defects; In fact, it is similar to what is said in proximal tibial fractures. Another basic point, which is probably more important in the treatment of these fractures, is the accurate placement of the distal screws and to try to achieve compression between the fracture parts as much as possible, because these screws, with their locking mechanism, prevent from post-operative movement to some extent. Contrary to most of the studies that evaluated less variables, In our study, an attempt has been made to examine most of the common complications associated with these fractures, which affect the patient's satisfaction level, in order to provide a comprehensive view of different treatment angles.

Non-union was not observed in the patients, but due to the metaphyseal nature of the bone, the occurrence of this non-union is naturally less likely. CRPS that occurred in the intervention group could be due to excessive stretching by the external fixator which is also mentioned in the study of Kaempffe FA et al.⁽¹²⁾. The radiological criteria of the study, including radius height and palmar tilt, had no significant difference between the two groups. The issue that the radiological criteria of malunion are not necessarily related to the clinical outcomes of the patient is a point of controversy among studies, such as the study by Chen YR et al. that have confirmed that small changes in these criteria are associated with poorer clinical outcomes⁽¹³⁾. Other studies, such as Synn AJ et al.'s have shown that excellent outcomes are possible even with severe deformities⁽¹⁴⁾. The radiological outcome of our study were in contrast with the results of Han et al.'s study which concluded that this therapeutic combination reduces the probability of re-displacement after surgery and shortening of the radius. Although, in some results, such as the function of the wrist, no difference was seen in the mentioned study like in our study. It seems that the discrepancy between radiological and clinical outcomes that have been presented in some studies is the justification for this issue⁽¹⁵⁾.

There was also some limitation in our study. The AO/OTA classification was used, in which the initial displacement is not considered that can affect the results. Also, the patient's occupation and demand

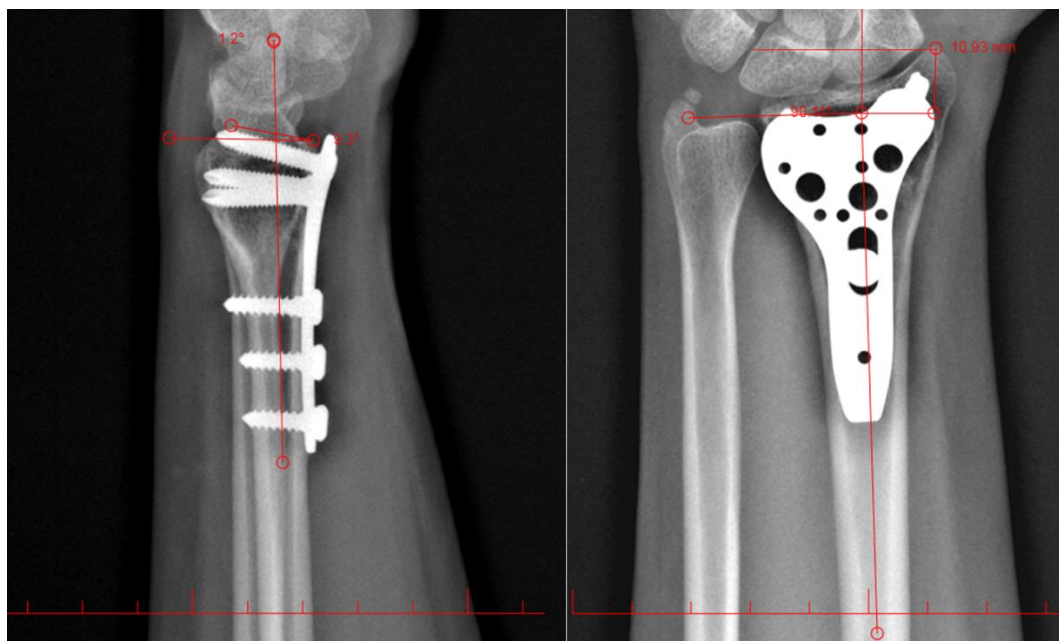


Figure 1: Radial Height (right) and Palmar Tilt (left) in the radiograph of a 31-year-old patient with a C2 type fracture, 9 months after surgery (equivalent to 10.9 mm and 9 degrees, respectively)

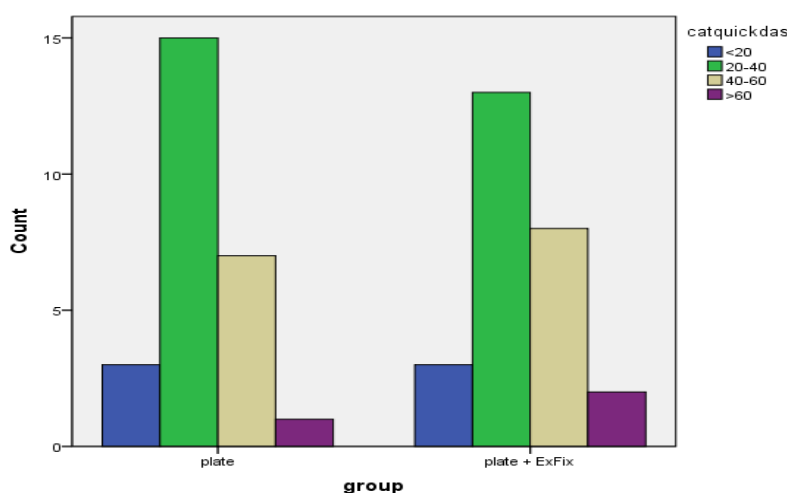


Figure 2: The level of functional impairment based on the qDASH score in each study groups

Discussion

Fracture of the distal radius is the most common fracture of the upper limb, and it incurs a huge cost to the health care system and to the people every year. Despite the many studies that have been conducted in this regard, there is still no general agreement on how to manage these fractures, and none of the available treatment choices has a high recommendation power⁽⁷⁾.

In this study, we have dealt with specific types of distal radius fractures (type C2 and C3.1). In intra-

articular fractures that are accompanied by comminuted metaphyseum, it is sometimes difficult to achieve a favorable outcome. Most authors have come to the conclusion that intra-articular fractures with displacement are better managed with open reduction and fixation with a locking plate so that both a more suitable reduction and a stronger fixation can be obtained which results in quicker start to movements after the operation and sooner return to daily activities^(8,9).

Of course, it should be noted that in cases of severe comminuted fractures, we cannot naturally use a locking plate and fix the small parts with screws;

fractures, including 8 in the control group and 11 in the intervention group, were type C3.1 according to the AO/OTA classification. Non-union after 6 months and surgical site infection (SSI) did not occur in any of the patients. Two of the patients in the intervention group had an infection of the pin tract, and they were treated with oral antibiotics and washing the pin site and did not need the removal of the pin. Also, one of patients in the intervention group developed CRPS, who finally recovered with oral medication and physiotherapy. The difference in the frequency of SSI and CRPS was not significant between the two study groups. Radial height in the control group was 10.62 millimeter (mm) with a standard deviation (SD) of 2.858 and 9.81 mm with a standard deviation of 2.154 in the intervention group. Also, palmar/dorsal tilt in the control group was 12.08 degree with a standard deviation of 9.629 and 12.15 degree with a standard deviation of 8.633 in the intervention group. The difference in the mean of radial height and palmar/dorsal tilt was not significant between the two study groups.

The mean qDASH score in the control group (plate) was 35.750 ± 13.0673 and 38.335 ± 14.4556 in the intervention group (plate + external fixator) and this difference did not reach the significant level ($p=0.502$). The level of dysfunction was graded based on the qDASH score as normal (<20), mild functional impairment (20-39), moderate functional impairment (40-60) and severe functional impairment (>60). There was also no statistically significant difference between the two study groups in terms of functional impairment level. In addition, the largest number of patients from both groups and the mean score of both groups were in the spectrum of mild functional impairment (20-39 points).

The mean VAS score in the control group (plate) was equal to 2.08 ± 1.129 and 2.19 ± 1.234 in the intervention group (plate + external fixator) and this difference did not reach the significant level ($p=0.726$). In both intervention (plate + external fixator) and control (plate) groups, the functional score and level and pain level in type C2 fractures was significantly better than C3.1 type fractures ($p<0.05$).

Table 1: comparison of basic and clinical data between two study groups

Variables		Group		P value
		Control (plate)	Intervention (plate+ExFix)	
Age (years)		42.27 ± 12.92	41.15 ± 14.18	
BMI (kg/m ²)		24.91 ± 4.36	24.75 ± 3.61	
Fracture type	C2	18 (69.2 %)	15 (57.7 %)	
	C3.1	8 (30.8 %)	11 (42.3 %)	
Non-union		0	0	-
Infection		0	2	1.000
CRPS		0	1	1.000
Radial height (mm)		10.62 ± 2.85	9.81 ± 2.15	0.255
Palmar/Dorsal tilt (°)		12.08 ± 9.62	12.15 ± 8.63	0.976
qDASH score		35.75 ± 13.06	38.33 ± 14.45	0.502
Functional impairment	Normal	3 (11.5 %)	3 (11.5 %)	
	Mild	15 (57.7 %)	13 (50 %)	
	Moderate	7 (26.9 %)	8 (30.6 %)	
	Severe	1 (2.8 %)	2 (7.7 %)	
VAS		2.08 ± 1.12	2.19 ± 1.23	0.726

Table 2: Comparison of functional and pain score based on fracture type in each study groups

Groups	variables	AO/OTA classification		P value
		C3.1 (n=8)	C2 (n=18)	
Control (plate)	q-DASH score	42.83 ± 17.15	32.60 ± 9.76	
	VAS	2.38 ± 1.40	1.94 ± 0.99	
Intervention (plate+ExFix)	q-DASH score	47.55 ± 12.59	31.57 ± 12.00	
	VAS	2.91 ± 0.83	1.67 ± 1.23	

So, we decided to evaluate this hypothesis that the use of an external fixator and a plate combination could achieve the desired uniformity at the joint level by means of the plate and prevent depression and subsequent shortening of radius. Also, if this hypothesis is rejected, we could prevent from imposing an additional cost of an external fixator for this kind of fracture.

Materials & Methods

In this RCT, Patients with intra-articular and comminuted fractures of the distal radius who referred to the emergency department of Shahid Madani Hospital in Karaj from March 2023 to 2024 were eligible to enter the study. Inclusion criteria include acute intra-articular and comminuted fractures of the distal radius type C2 and C3.1 according to AO/OTA classification, mastery of speech and understanding of Persian language, informed consent to participate in the study and age between 18 and 60 years. Exclusion criteria include the presence of contra-indications for surgery, pathological fracture, premature osteoporosis, substance and alcohol abuse, Gastillo-Anderson type 2 and 3 open fracture, concomitant fracture (except ulna styloid fracture), patients who are unlikely to cooperate and accept all planned follow-up visits and multiple trauma.

Selected patients were randomized into two groups, the first group (control) underwent surgical treatment with locking plate (T or anatomical) and the second group (intervention) underwent fixation with unilateral external fixator in addition to locking plate. All surgeries were performed by two surgeons who are members of the academic staff of Shahid Madani Medical Training Center or their senior assistants. The modified Henry approach was used for all the performed procedures and acceptable reduction and fixation criteria including the restoration of the articular surface and the tilt of the distal radius and the appropriate height of the radius according to the mentioned numbers was obtained. Patients then were followed-up one week and again in third week, sixth week, sixth month, and ninth month after the surgery. In each post-operative visit, patient were evaluated in terms of radiological and clinical outcomes. Radiological examinations to examine non-union and malunion (with Palmar tilt and Radial height criteria) were performed in the first, third, and sixth week visit and in the 9th month

visit, which is the same as the routine protocol of the center's surgeons, and therefore, no extra cost was imposed on the patient.

non-union diagnosis was based on the radiology and examination at the sixth month, and also the criteria of malunion in the radiology at the ninth month was our measurement and analysis criteria.

Evidence of infection in the path of the pin and infection of the surgical site (infection of the incision site for plaque placement) and the occurrence of complex regional pain syndrome (CRPS) were checked in all visits after surgery.

The basic variables including age, gender and body mass index (BMI) were extracted from patient's file and entered into the statistical models and adjusted to eliminate their confounding effect. Functional assessment of patients was done using qDASH questionnaire in the ninth month visit and pain assessment was done by VAS questionnaire in the sixth month. If the patient did not have sufficient literacy, the questionnaire questions were asked orally. The questionnaire was anonymous, and the participants were told to participate in this research if they wanted to.

The data analyzer was blinded so that the analyst did not know which of the study groups the patients belonged to. Block randomization method was used for sampling. Initially blocks were prepared as (AA,BB),(BB,AA),(AB,BA),(BA,AB),(AB,AB),(BA,BA) in the Excel software as A confirmed the intervention group and B confirmed the control group. Then one of these blocks was randomly selected and based on the sequence of letters A and B in the selected block and then the eligible patients were assigned to each groups. This random process of selecting blocks and assignment continued until the desired sample size was reached.

Results

A total of 52 people including 36 (69.2%) men and 16 (30.8%) women were included in the study (Table 1 and 2; Figure 1 and 2). The mean age of the patients in the control group (plate) was equal to 42.27 ± 12.920 years and 41.15 ± 14.181 years in the intervention group (plate + external fixator). The mean BMI of patients in the control group (plate) was 24.919 ± 4.3672 and 24.750 ± 14.181 in the intervention group (plate + external fixator). 33 fractures, including 18 in the control group and 15 in the intervention group, were type C2 and 19

Comparison of External Fixator Combined with Plate Compared to Plate Fixation Alone in the Treatment of Intra-Articular Comminuted Distal Radius Fractures

Abstract

Introduction: Distal radius fractures are the most common fractures in the upper limb, and many studies have been conducted on its treatment. There is, as yet, no consensus on which treatment method is preferable. This paper compares the use of plate alone with plate + external fixator in this fracture.

Materials & Methods: In a randomized clinical trial (RCT), patients with type C2 and C3.1 (AO/OTA classification) distal radius fracture, were randomly divided into two groups of fixation with locking plate alone (control) and fixation with plate and additional external fixator (intervention). Then patients were evaluated in terms of radiographs and clinical outcomes in first, third and, sixth weeks, and also 6 and 9 months after surgery by Quick Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand questionnaire (qDASH) and visual analogue score (VAS). SPSS software was used for data analysis. Informed consent was obtained from the patients.

Results & Discussion: 52 patient (26 in each group) were enrolled in the study. The mean age was 42 years in the control and 41 years in the intervention group. The qDASH score in the control group was 35 and 38 in the intervention group and this difference was not significant between the two groups. No significant difference was observed between the two groups in terms of pain level according to the (VAS) score either. Also, the radiographic criteria including radius height and palmar tilt, did not differ significantly between the two groups ($p < 0.05$).

Conclusion: In general, with similar results of plating, and plating with addition of external fixator in fixation of distal radius fracture, the method of "plate alone" is preferred.

Keywords: Distal radius fracture, Fracture Fixation, External Fixators, Internal Fixators.

Accepted: 36 days before printing

Arvin Najafi, MD¹, Milad Behzadi, MD², Salman Azarsina, MD¹, Mohammad Sajjad Mirhosseini, MD¹,
Mohammad Sheibani, MD¹, Dorsa Hadavi, MD³, Elahe Khandan, MD⁴

1. Department of Orthopedic Surgery, Clinical Research Development Unit of Shahid Madani Hospital, School of Medicine, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran.

2. Student Research Committee, School of Medicine, Clinical Research Development Unit of Shahid Madani Hospital, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran.

3. Clinical Research Development Unit of Shahid Madani Hospital, School of Medicine, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran.

4. Student Research Committee, Faculty of Medicine, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Corresponding Author:
Mohammad Sajjad Mirhosseini, MD
Email address:
smirortho@gmail.com

Introduction

Often, the anatomical restoration of the joint surface is the main reason for surgical treatment. Many studies have shown an association of non-uniform articular surface of even 1 mm with worse outcomes, however other reports have noted no association between radiographic arthrosis and outcomes. Bone quality is also a fundamental variable in choosing the type of treatment and is related to the ability to obtain and maintain reduction in the future⁽¹⁾.

Clinical and biomechanical studies have determined that Palmar tilt and Radial height are the most important radiological factors impacting the outcomes⁽²⁾. It seems that the external fixator neutralizes the axial force on the distal radius by ligamentotaxis and thus prevents depression of the articular surface and subsequent shortening, especially in crushed cases⁽³⁾. Comparing external fixator and open & internal fixation, fist power, better range of motion and less nausea have been seen with the internal fixation⁽⁴⁾. A comparative meta-analysis of clinical trials concluded that open & internal fixation was associated with better forearm supination, recovery of velar tilt and better outcomes at the bedside while better fist strength and wrist flexion were seen with external fixator⁽⁵⁾. In cases of articular surface involvement with comminuted patterns, it is difficult to achieve an optimal articular surface restoration using external fixator alone. For this reason, the use of expandable plate fixation is increasing, with overall good short-term results. But in the long-term run, they have suffered from depression of the joint surface and short radius⁽⁶⁾.

- 24 Glorion M, Sarsam M, de Wolf J, Sage E. Successful management of donor-acquired fat embolism after lung transplantation. *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery*. 2021;33(1):158-160. 10.1093/icvts/ivab051
- 25 Madeira D, Orfão A, Matos C, Vasconcelos P. Fat Embolism: A Rare Complication of Bone Biopsy. *Cureus*. 2023;15(9):e44765.10.7759/cureus.44765
- 26 Mossa-Basha M, Izbudak I, Gurda GT, Aygun N. Cerebral fat embolism syndrome in sickle cell anaemia/ β -thalassemia: Importance of susceptibility-weighted MRI. *Clin Radiol*. 2012;67(10):1023-1026.10.1016/j.crad.2012.03.001
- 27 May J, Sullivan JC, LaVie D, LaVie K, Marques MB. Inside Out: Bone Marrow Necrosis and Fat Embolism Complicating Sickle- β + Thalassemia. *Am J Med*. 2016;129(12):e321-e324.10.1016/j.amjmed.2016.05.027
- 28 Filippatou AG, Naveed M, Barry DP, Deboer SR, Haas CJ. Sickle cell disease and fat embolism: a rare complication of vaso-occlusive crisis. *Pract Neurol*. 2022;22(5):410-412.10.1136/practneurol-2021-003166
- 29 Budhathoki N, Timilsina S, Ram B, Marks D. Bone marrow necrosis and fat embolism syndrome: a near fatal complication in previously undiagnosed sickle beta + thalassaemia. *BMJ Case Rep*. 2021;14(1).10.1136/bcr-2020-238317
- 30 Sangani V, Pokal M, Balla M, Merugu GP, Khokher W, Gayam V, et al. Fat Embolism Syndrome in Sickle Cell β -Thalassemia Patient With Osteonecrosis: An Uncommon Presentation in a Young Adult. *J Investig Med High Impact Case Rep*. 2021;9.10.1177/23247096211012266
- 31 Xu L, Tan X, Chen X, Du S, Yue X, Qiao D. Rare, fatal pulmonary fat embolism after acupuncture therapy: A case report and literature review. *Forensic Sci Int*. 2023;345:111619.10.1016/j.forsciint.2023.111619
- 32 Uz İ, Yalçın S, Efe M. Fat embolism syndrome after gluteal augmentation with hyaluronic acid: A case report. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*. 2020;26(6):960-962.10.14744/tjtes.2019.08433
- 33 Coronado-Malagón M, Visoso-Palacios P, Arce-Salinas CA. Fat embolism syndrome secondary to injection of large amounts of soft tissue filler in the gluteal area. *Aesthet Surg J*. 2010;30(3):448-40.10.1177/1090820x10373381

clinical attention. Despite the rising number of case reports, significant knowledge gaps persist regarding the exact pathophysiology, risk factors, diagnostic methods, and optimal treatment strategies for fat embolism in non-orthopedic settings. The increasing prevalence of procedures that manipulate fat tissue—coupled with the lack of standardized guidelines—highlights the urgent need for further research to elucidate the mechanisms of fat embolism, identify at-risk populations, and develop effective preventive measures. Future studies should focus on improving early detection, refining diagnostic techniques, and establishing clinical protocols to ensure safer practices across diverse medical fields.

Acknowledgements

The authors thank Shahid Madani's Hospital Clinical Research Development Unit for their assistance.

References

- 1 Rothberg DL, Makarewich CA. Fat Embolism and Fat Embolism Syndrome. *J Am Acad Orthop Surg.* 2019;27(8):e346-e55.10.5435/jaaos-d-17-00571
- 2 Kalbas Y, Seaver T, Kumabe Y, Halvachizadeh S, Lempert M, Pfeifer R, et al. Fat embolism syndrome in patients with bilateral femur fractures: a systematic review and case comparison. *OTA Int.* 2022;5(2 Suppl):e187.10.1097/oi9.000000000000187
- 3 Scarpino M, Lanzo G, Lolli F, Grippo A. From the diagnosis to the therapeutic management: cerebral fat embolism, a clinical challenge. *Int J Gen Med.* 2019;12:39-48.10.2147/ijgm.S177407
- 4 Adeyinka A, Pierre L. Fat Embolism. StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing Copyright © 2023, StatPearls Publishing LLC.; 2023.
- 5 Ross AP. The fat embolism syndrome: with special reference to the importance of hypoxia in the syndrome. *Ann R Coll Surg Engl.* 1970;46(3):159-171. PMID: PMC2387738
- 6 Kwiatt ME, Seamon MJ. Fat embolism syndrome. *International Journal of Critical Illness and Injury Science.* 2013;3(1):64-68. 10.4103/2229-5151.109426
- 7 Kosova E, Bergmark B, Piazza G. Fat Embolism Syndrome. *Circulation.* 2015;131(3):317-320.10.1161/CIRCULATIONAHA.114.010835
- 8 Peña W, Cárdenas-Camarena L, Bayter-Marin JE, McCormick M, Durán H, Ramos-Gallardo G, et al. Macro Fat Embolism After Gluteal Augmentation With Fat: First Survival Case Report. *Aesthet Surg J.* 2019;39(9): NP380-NP383.10.1093/asj/sjz151
- 9 Durán H, Cárdenas-Camarena L, Bayter-Marin JE, Ramos-Gallardo G, Robles-Cervantes JA. Microscopic and Macroscopic Fat Embolism: Solving the Puzzle with Case Reports. *Plast Reconstr Surg.* 2018;142(4):569e-577e.10.1097/prs.0000000000004810
- 10 Bayter-Marin JE, Cárdenas-Camarena L, Aguirre-Serrano H, Durán H, Ramos-Gallardo G, Robles-Cervantes JA. Understanding Fatal Fat Embolism in Gluteal Lipoinjection: A Review of the Medical Records and Autopsy Reports of 16 Patients. *Plast Reconstr Surg.* 2018;142(5):1198-1208.10.1097/prs.0000000000004904
- 11 Cárdenas-Camarena L, Durán H, Robles-Cervantes JA, Bayter-Marin JE. Critical Differences between Microscopic (MIFE) and Macroscopic (MAFE) Fat Embolism during Liposuction and Gluteal Lipoinjection. *Plast Reconstr Surg.* 2018;141(4):880-890.10.1097/prs.0000000000004219
- 12 Timon C, Keady C, Murphy CG. Fat Embolism Syndrome - A Qualitative Review of its Incidence, Presentation, Pathogenesis and Management. *Malays Orthop J.* 2021;15(1):1-11.10.5704/moj.2103.001
- 13 Lehman EP, Moore RM. Fat embolism: including experimental production without trauma. *Archives of Surgery.* 1927;14(3):621-662. 10.1001/archsurg.1927.01130150002001
- 14 Bentaleb M, Abdulrahman M, Ribeiro-Junior MAF. Fat embolism: the hidden murder for trauma patients! *Rev Col Bras Cir.* 2024;51:e20243690.10.1590/0100-6991e-20243690-en
- 15 Chaghmirzayi P. Comment on Kao et al. Pulmonary Fat Embolism Following Liposuction and Fat Grafting: A Review of Published Cases. *Healthcare* 2023, 11, 1391. *Healthcare (Basel).* 2024;12(13).10.3390/healthcare12131326
- 16 Chaghmirzayi P, Abdi H, Rozveh JK, Nejad MA, Azizmanesh M. Fat embolism following fat grafting: A systematic review of reported cases. *JPRAS Open.* 2024.10.1016/j.jprra.2024.10.012
- 17 Kao Y-M, Chen K-T, Lee K-C, Hsu C-C, Chien Y-C, editors. Pulmonary fat embolism following liposuction and fat grafting: a review of published cases. *Healthcare;* 2023;10(11):1391.10.3390/healthcare11101391
- 18 Hjort M, Hoegberg LC, Almind M, Jansen T. Subacute fat-embolism-like syndrome following high-volume intramuscular and accidental intravascular injection of mineral oil. *Clin Toxicol (Phila).* 2015;53(4):230-232.10.3109/15563650.2015.1013195
- 19 Mendoza-Morales RC, Camberos-Nava EV, Luna-Rosas A, Garcés-Ramírez L, De la Cruz F, García-Dolores F. A fatal case of systemic fat embolism resulting from gluteal injections of vitamin e for cosmetic enhancement. *Forensic Sci Int.* 2016;259:e1-e4.10.1016/j.forsciint.2015.11.012
- 20 Rosenfeld DM, Smith ML, Seamans DP, Giorgakis E, Gaitan BD, Khurmi N, et al. Fatal diffuse pulmonary fat microemboli following reperfusion in liver transplantation with the use of marginal steatotic allografts. *American Journal of Transplantation.* 2019;19(9):2640-2645. 10.1111/ajt.15399
- 21 Schober R, Herman M. neuropathology of cardiac transplantation survey of 31 cases. *The Lancet.* 1973;301(7810):962-967. 10.1016/S0140-6736(73)91600-0
- 22 Lipton JH, Russell JA, Burgess KR, Hwang WS. Fat embolization and pulmonary infiltrates after bone marrow transplantation. *Med Pediatr Oncol.* 1987;15(1):24-27.10.1002/mpo.2950150106
- 23 Rossi M, L'Imperio V, Garces J, Fogo AB. The Case| Acute kidney injury after liver and kidney transplantation. *Kidney International.* 2020;97(4):813-814. 10.1016/j.kint.2019.10.013

non-orthopedic contexts, such as cosmetic procedures, the lack of direct fat transfer complicates diagnosis and management. Case reports suggest that, despite being less frequent, fat embolism following needling may present with acute respiratory distress and neurological impairment, requiring urgent intervention and highlighting the need for further investigation into preventive measures.

Clinical Implications and Future Directions

The rising awareness of fat embolism in non-orthopedic settings underscores the importance of early recognition and preventive strategies in clinical practice. Future research should focus on elucidating the precise mechanisms of fat embolism in non-traumatic scenarios, refining diagnostic approaches, and developing guidelines for minimizing risk in high-risk procedures. Investigating the role of tissue trauma, needle size, and patient-specific factors in the development of fat embolism is crucial. Additionally, further studies should explore the use of imaging techniques in early detection and better define the role of medical interventions in improving outcomes for affected patients.

Knowledge Gaps in Fat Embolism in Non-Orthopedic Contexts

Despite the increasing recognition of fat embolism in non-orthopedic settings, several significant knowledge gaps remain that hinder effective prevention, diagnosis, and management. One of the primary challenges is the lack of comprehensive data on the exact mechanisms by which fat embolism develops in these non-traumatic contexts. While the pathophysiology of fat embolism in orthopedic trauma is well understood, the specific factors that trigger fat globules to enter the bloodstream during procedures like acupuncture, cosmetic filler injections, and needling without fat injection are less clear. These procedures, often occurring in fat-rich and highly vascularized areas, may contribute to fat embolism through mechanisms that are not yet fully defined.

Furthermore, there is limited research on the incidence and prevalence of fat embolism in non-orthopedic contexts. Most studies focus on individual case reports or small cohorts, making it difficult to generalize findings or establish clear clinical guidelines. Larger, multi-center studies are needed to

better understand the true extent of fat embolism in these settings and to identify risk factors that predispose patients to developing the condition. Key variables such as patient comorbidities, procedural techniques (e.g., needle size, injection depth), and anatomical regions involved remain underexplored in relation to fat embolism risk.

Another critical knowledge gap is the diagnostic challenges associated with fat embolism in non-orthopedic settings. While imaging techniques and clinical criteria are well-established for trauma-induced fat embolism, their utility in cases arising from non-traumatic procedures is not well documented. There is a need for more research on early diagnostic markers or imaging methods that can detect fat embolism in its subclinical or early stages, particularly in cases that do not present with the classic triad of symptoms (petechial rash, neurological impairment, and respiratory distress). Additionally, there is a dearth of evidence regarding the optimal treatment strategies for fat embolism in non-orthopedic contexts. While supportive care, including respiratory support and mechanical ventilation, remains the cornerstone of treatment, the effectiveness of various interventions, such as corticosteroids or anticoagulation therapy, remains uncertain in these specific cases. Further clinical trials are required to evaluate the safety and efficacy of different treatment approaches, as well as to explore the potential role of preventive measures for high-risk procedures.

Finally, the long-term outcomes of patients who experience fat embolism following non-orthopedic procedures remain poorly understood. While short-term survival rates are often reported, there is a lack of comprehensive data on long-term complications such as chronic pulmonary or neurological deficits. Understanding the long-term impact of fat embolism in these patients is crucial for informing follow-up care and improving patient outcomes.

Conclusion

Fat embolism, traditionally associated with orthopedic trauma, is increasingly recognized in non-orthopedic contexts such as cosmetic procedures, acupuncture, and other minimally invasive interventions. While the mechanisms of fat embolism in these scenarios are not fully understood, the potential for fat globules to enter the bloodstream through tissue disruption in fat-rich areas has gained

Table 1: Causes and proposed mechanisms of fat embolism following conditions unrelated to bone fractures.

Cause	Proposed mechanism
Cosmetic procedures (e.g., liposuction, fat grafting)	Disruption of adipose tissue leads to the release of fat globules into the venous/artery circulation.
Soft tissue filler injections/acupuncture	Rupture of fat cells or vascular obstruction by the needling causes embolization.
Vitamin E/Mineral oil injections	Direct injection of lipid substances into vasculature results in embolization and systemic complications.
Organ transplantation	- Donor-related fat embolism: Transfer from donor organs (e.g., post-trauma).
	- Corticosteroid-induced: Fat mobilization triggered by steroid use.
	- Donor hepatic steatosis: Fat release from donor liver during transplantation.
Bone marrow biopsy	Disruption of bone marrow during biopsy releases fat globules into the bloodstream.
Sickle Cell β -Thalassemia	Vaso-occlusive crises or bone marrow necrosis led to the dislodgement of fat globules into systemic circulation.
Sepsis, burns, and pancreatitis	Systemic inflammatory response causes cytokine-mediated fat mobilization and embolism.
Toxic substance exposure (e.g., phosphorus, potassium chlorate, carbon monoxide)	Cellular injury disrupts adipose tissue, leading to fat globule release and embolization.
Chronic conditions (e.g., diabetes, cancer, tuberculosis)	Chronic inflammation and tissue damage promote fat mobilization into the bloodstream.

Fat embolism following non-orthopedic surgical procedures

Fat embolism following organ transplantation including lungs, kidney, liver, heart, and bone marrow also reported⁽²⁰⁻²⁴⁾. The underlying mechanism in these cases including donor acquired fat embolism (following orthopedic trauma), corticosteroid-induced fat embolism, and donor hepatic steatosis⁽²⁰⁻²⁴⁾.

Donor-acquired fat embolism is particularly relevant when the donor organ shows signs of hepatic steatosis, a condition where fat accumulation in the liver predisposes to embolic events during transplantation. Additionally, corticosteroids used to prevent organ rejection in transplant patients may exacerbate the risk of fat embolism by promoting fat mobilization, increasing lipid release into the bloodstream, and impairing endothelial function, thus facilitating the entry of fat globules into the systemic circulation⁽²⁰⁻²⁴⁾.

Fat embolism following bone marrow biopsy of iliac crest reported. FES was diagnosed as iatrogenic due to bone marrow aspirate and biopsy, as symptoms onset occurred soon after, and other diagnoses were excluded⁽²⁵⁾.

Fat embolism following hemoglobinopathy

Several cases of fat embolism syndrome in patients with Sickle Cell β -Thalassemia reported in the literature⁽²⁶⁻³⁰⁾. Fat embolism syndrome in hemoglobinopathies, particularly sickle cell disease, arises from the mechanical stress of vaso-occlusive crises. These crises lead to microvascular blockages, causing ischemic damage to bone marrow and fat tissue. During these events, fat globules are released from the marrow and enter circulation, exacerbating systemic embolism. The unique interplay of hemolysis, ischemia, and bone marrow necrosis in these patients increases their susceptibility to fat embolism, especially when combined with other predisposing factors like infections or trauma⁽³⁰⁾.

Fat Embolism Following Needling Without Fat Injection

Fat embolism following needling procedures without fat injection, though rare, has been associated with severe outcomes, including respiratory failure and death⁽³¹⁻³³⁾. These cases often involve interventions in fat-rich areas such as the gluteal region or lower back, where tissue disruption can release fat globules into the circulation. Compared to fat embolism in other

Definition of Fat Embolism

Fat embolism is the presence of fat globules in the circulatory system, which may result in fat embolism syndrome (FES) leading to systemic inflammatory syndrome^(3,4). Numerous clinical symptoms may result from these fat globules obstructing smaller blood vessels⁽⁵⁾. While fat embolism is often seen histologically in trauma cases, the majority of fat embolism episodes remain subclinical, with only a small percentage progressing to the more severe fat embolism syndrome (FES). It is estimated that fat embolism occurs in up to 90% of patients following long bone fractures. Yet, only 1% to 2% develop clinically significant FES, highlighting the rarity and severity of the syndrome in those who experience it⁽⁵⁾.

FES is a clinical condition caused by fat emboli lodging in the microcirculation, leading to systemic symptoms such as cutaneous manifestations, neurological deficits, and pulmonary complications⁽⁶⁾. It is most commonly associated with orthopedic trauma, particularly long bone fractures⁽⁷⁾. The syndrome is characterized by a classic triad of symptoms: petechial rash, neurological impairment, and respiratory distress, although these may not always appear together⁽¹⁾.

There are two types of fat embolism: microscopic fat embolism (MIFE) and macroscopically fat embolism (MAFE). MIFE occurs when fat enters the bloodstream at a microscopic level, resulting in FES, whereas MAFE occurs when fat enters macroscopically, causing direct blood vessel occlusion⁽⁸⁻¹¹⁾.

Fat Embolism in Non-Orthopedic Contexts:

Historically, traumatic orthopedic occurrences have been the trigger for the incidence of fat embolism⁽¹²⁾. Numerous explanations have been identified in the literature about the occurrence of fat embolism in non-orthopedic trauma circumstances from 1927 and even before⁽¹³⁾. Conditions like diabetes or cardiovascular-renal disease, substances such as phosphorus, potassium chlorate, or carbon monoxide, acute infections causing toxemia, burns, sepsis, chronic alcoholism, pancreatitis, tuberculosis, and cancer (carcinomatosis, sarcomatosis) can predispose individuals to fat embolism⁽¹³⁾.

For instance, in conditions like pancreatitis, the release of free fatty acids and disruption of tissue barriers may contribute to the formation of fat

emboli. Similarly, in sepsis, microcirculatory dysfunction and systemic inflammation increase the risk of fat embolism, often in the presence of other risk factors^(6,14). Since then, several cases of fat embolism or fat embolism syndrome reported following non-orthopedic trauma. Table 1 summarizes the causes and proposed mechanisms of fat embolism following conditions unrelated to bone fractures.

The pathophysiology of fat embolism involves both mechanical and biochemical mechanisms. Mechanically, increased intramedullary pressure following trauma can dislodge fat cells into venous sinusoids, where they stimulate platelet adhesion and fibrin generation, eventually obstructing capillaries and triggering pulmonary complications such as hemorrhage, edema, and alveolar collapse. Fat cells may also reach the arterial circulation through a patent foramen oval, leading to systemic manifestations. Biochemically, tissue lipases break down fat into free fatty acids (FFAs), which have toxic and pro-inflammatory properties, inducing pulmonary injury and contributing to acute respiratory distress syndrome (ARDS)⁽¹²⁾.

Fat embolism following cosmetic procedures:

Fat embolism following cosmetic procedures is well documented including liposuction with or without fat grafting⁽¹⁵⁻¹⁷⁾. Recently a systematic review of fat embolism following fat grafting described cases diagnosed with fat embolism following non-orthopedic trauma since 1988 including 137 patients⁽¹⁶⁾. Fat embolism following injection of vitamin E, and fat embolism-like syndrome following mineral oil injection also reported in the literature^(18,19).

The procedures in all these cases include direct lipid tissue manipulation (liposuction) or lipid substance injections (fat injection). In recent years, cosmetic procedures such as liposuction, gluteal fat grafting, and soft tissue filler injections have seen a significant rise in popularity, especially in aesthetic surgery. This increased frequency of fat manipulation procedures has corresponded with an uptick in reports of fat embolism, especially in high-risk regions like the gluteal area. The growing demand for cosmetic enhancements underscores the need for greater attention to the potential risks of fat embolism, particularly in light of the increasing complexity of these interventions.

Fat Embolism in Non-Orthopedic Contexts: A Literature Review of Clinical Cases and Pathophysiology (Review Article)

Abstract

Fat embolism syndrome (FES) is traditionally associated with orthopedic trauma, particularly long bone fractures, but its occurrence in non-orthopedic contexts, such as cosmetic procedures, acupuncture, and other minimally invasive interventions, is emerging as a significant clinical concern.

This literature review explores the clinical cases, pathophysiology, and knowledge gaps related to fat embolism in these non-orthopedic settings. The review, mostly includes the articles from the last 14 years.

The review synthesizes existing case reports, highlighting the mechanisms by which fat globules enter the bloodstream, often through tissue disruption in fat-rich areas. While fat embolism is well-documented in orthopedic trauma, the risk in non-traumatic contexts remains underrecognized, with diagnostic challenges and limited understanding of the precise mechanisms involved. Procedures like liposuction, gluteal fat grafting, and acupuncture have been implicated in fat embolism, often resulting in severe complications such as respiratory distress and neurological impairment. Despite the rising frequency of these procedures, significant gaps remain in understanding risk factors, improving diagnostic techniques, and optimizing treatment strategies.

This review underscores the need for increased awareness and further research to understand non-orthopedic fat embolism better, refine diagnostic approaches, and develop preventive measures to reduce the risk of complications in clinical practice.

Keywords: Fat embolism, Liposuction, Organ transplantation, Hemoglobinopathies.

Accepted: 35 days before printing

Pouria Chaghamirzayi, MD¹, Arvin Najafi, MD², Salman Azarsina, MD², Javad Karimi Rozveh, MD¹,
Dorsa Hadavi, MD³, Mohamad Hadi Bahri, MD⁴, Mohammad Azizmanesh, MD¹

1. Clinical Research Development Unit of Shahid Madani Hospital, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran.

2. Department of Orthopedic Surgery, Clinical Research Development Unit of Shahid Madani Hospital, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran.

3. Student Research Committee, School of Medicine, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

4. Department of General Surgery, Clinical Research Development Unit of Shahid Madani Hospital, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran.

Corresponding Author:
Mohammad Azizmanesh, MD
Email address:
Parsmedicine@gmail.com

Introduction

Fat embolism is traditionally associated with trauma, particularly long bone fractures. Fat droplets from the marrow are released into the bloodstream and can travel to the lungs, brain, or other organs, causing embolism⁽¹⁾. While fat embolism is well-documented in orthopedic trauma, particularly long bone fractures⁽²⁾, its occurrence in non-orthopedic contexts represents an emerging and under-recognized clinical challenge. Procedures such as cosmetic filler injections, acupuncture, and other minimally invasive interventions in fat-rich areas have introduced novel pathways for fat embolism to develop, often without the traditional risk factors associated with trauma.

With the growing popularity of minimally invasive procedures, such as cosmetic filler injections and liposuction, these interventions are increasingly sought after for both aesthetic and therapeutic purposes. As a result, the risk of fat embolism—occurring even in the absence of traditional trauma—has garnered more attention in clinical practice. This emerging risk highlights the urgent need for increased awareness and the development of tailored preventive strategies in clinical settings outside the scope of orthopedic trauma. By broadening the focus to include non-orthopedic contexts, this review aims to bridge critical knowledge gaps, underscore the risks associated with these procedures, and stimulate further research to guide safer clinical practices in diverse medical fields.

- 8 Dai, P., et al., Proximal femoral nail anti-rotation vs dynamic hip screws decrease the incidence of surgical site infections in patients with intertrochanteric fractures: A meta-analysis. *International Wound Journal*, 2023. 20(8):3212-3220. <https://doi.org/10.1111/iwj.14200>
- 9 Zeng, X., et al., Conversion to total hip arthroplasty after failed proximal femoral nail antirotations or dynamic hip screw fixations for stable intertrochanteric femur fractures: a retrospective study with a minimum follow-up of 3 years. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2017. 18:1-7. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1415-6>
- 10 Chang, F.-C., et al., The effects of bone-substitute augmentation on treatment of osteoporotic intertrochanteric fractures. *biomedical journal*, 2021. 44(6): 717-726. <https://doi.org/10.1016/j.bj.2020.05.013>

Discussion

In the present study, we compared two surgical methods, DHS and PFNA, in patients with intertrochanteric fractures. Our analysis revealed no significant differences between the two methods in terms of postoperative infection, the need for reoperation, and 5-year mortality rates. Furthermore, the effects of gender, age, and the time interval between fracture occurrence and surgery on the outcomes of DHS and PFNA were examined. It was found that female patients and those older than 70 years treated with DHS had a higher likelihood of requiring reoperation compared to PFNA.

In a study conducted by Daljinder Singh et al. in 2021 on 30 patients with intertrochanteric fractures classified as A1 and A2, no differences were observed between DHS and PFNA in terms of fracture union, mortality, and postoperative complications. However, PFNA demonstrated superior outcomes regarding blood loss, Harris hip scores, and early weight-bearing⁽⁶⁾.

Similarly, in a study by H. Li et al. in 2018, involving 80 patients with intertrochanteric fractures and osteoporosis treated with DHS and PFNA, the PFNA group showed better results in terms of pain, Harris hip scores, bone mineral density, 10-meter walking speed, fracture union, and deep vein thrombosis rates⁽⁷⁾.

In a 2023 meta-analysis by Peijun Dai, postoperative infection rates were assessed in 1,574 patients treated with PFNA and 1,584 patients treated with DHS. It was found that PFNA significantly reduced postoperative infection rates⁽⁸⁾.

Additionally, in a 2017 study by Xianshang Zeng et al., patients with stable intertrochanteric fractures who previously underwent DHS or PFNA and later required conversion to total hip arthroplasty due to fixation failure were analyzed. While no differences were observed in Harris scores after arthroplasty, patients who had been treated with DHS experienced higher intraoperative complications, such as periprosthetic fractures⁽⁹⁾.

In the study by Fu-Chun Zhang et al. in 2020, the impact of bone substitutes in patients with intertrochanteric fractures treated with DHS was investigated. Patients who underwent surgery with DHS combined with bone substitutes had better outcomes in terms of varus collapse, limb shortening, and the ability to perform outdoor activities compared to those treated with DHS alone⁽¹⁰⁾.

Conclusion

This study compared the outcomes of DHS and PFNA in patients with intertrochanteric femoral fractures classified as OTA/AO A1 & A2.1. A total of 154 patients were evaluated between 2011 and 2021 in terms of postoperative infection, the need for reoperation, and 5-year mortality rates. The results indicated no significant differences between the two methods, except for female patients and those older than 70 years, who had a higher rate of reoperation with DHS.

Recommendations

It is recommended to conduct larger-scale clinical trials to further clarify the outcomes associated with these two treatment methods.

Acknowledgment

The authors would like to thank the professional team of the Clinical Research Development Unit of Shahid Madani Hospital, Karaj, who helped us in this research.

References

- 1 Jonnes, C., S. Shishir, and S. Najimudeen, Type II intertrochanteric fractures: proximal femoral nailing (PFN) versus dynamic hip screw (DHS). *Archives of Bone and Joint Surgery*, 2016. 4(1): 23-28. PMID: PMC4733231
- 2 Veronese, N. and S. Maggi, Epidemiology and social costs of hip fracture. *Injury*, 2018. 49(8):1458-1460. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2018.04.015>
- 3 Baumgaertner, M.R., S.L. Curtin, and D.M. Lindskog, Intramedullary versus extramedullary fixation for the treatment of intertrochanteric hip fractures. *Clinical Orthopaedics and Related Research* (1976-2007), 1998. 348: 87-94.
- 4 Kim, W.-Y., et al., Failure of intertrochanteric fracture fixation with a dynamic hip screw in relation to pre-operative fracture stability and osteoporosis. *International orthopaedics*, 2001. 25: 360-362. <https://doi.org/10.1007/s002640100287>
- 5 Sharma, A., A. Sethi, and S. Sharma, Treatment of stable intertrochanteric fractures of the femur with proximal femoral nail versus dynamic hip screw: a comparative study. *Revista brasileira de ortopedia*, 2018. 53(4): 477-481. <https://doi.org/10.1016/j.rboe.2017.07.008>
- 6 Singh, D., et al., Comparative study of the management of intertrochanteric fracture femur with proximal femoral nail vs. the dynamic hipscrew with derotation screw in elderly population. *Cureus*, 2021. 13(11). DOI: 10.7759/cureus.19431
- 7 Li, H., et al., PFNA vs. DHS helical blade for elderly patients with osteoporotic femoral intertrochanteric fractures. *European Review for Medical & Pharmacological Sciences*, 2018. 22 (1 Suppl): 1-7.

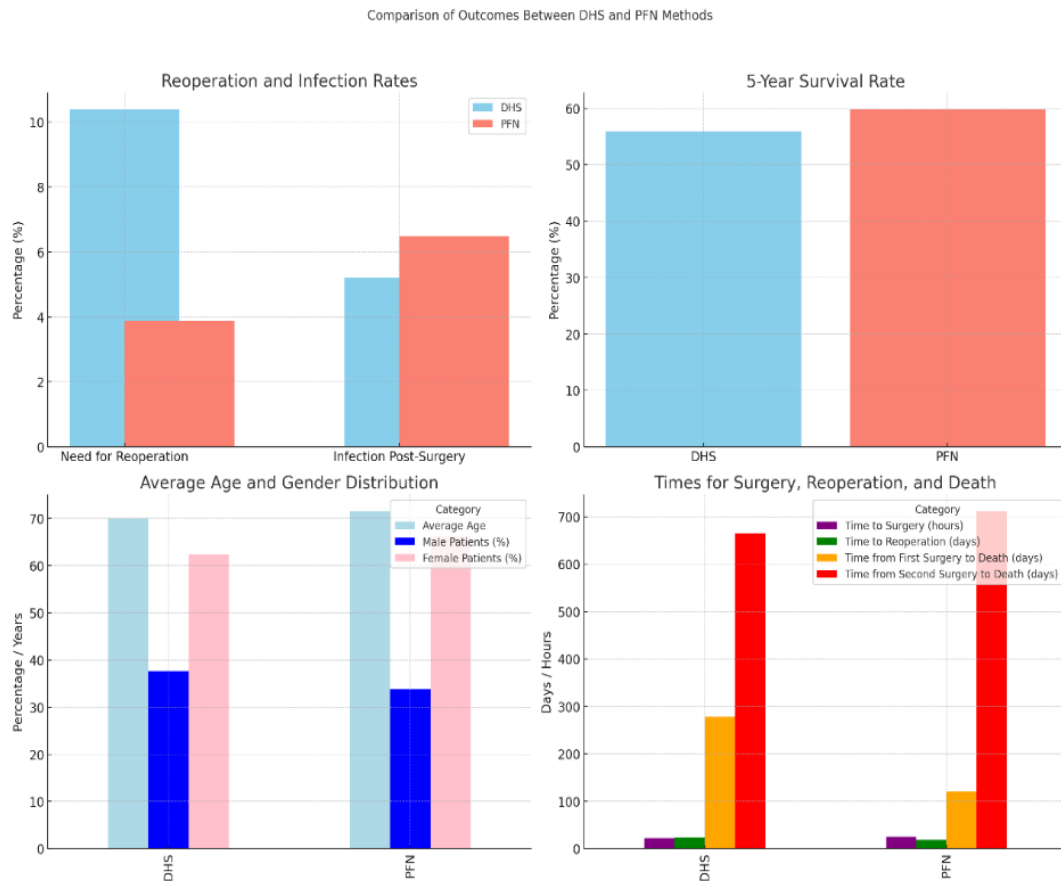


Figure 1: Comparison of outcomes between DHS and PFN methods

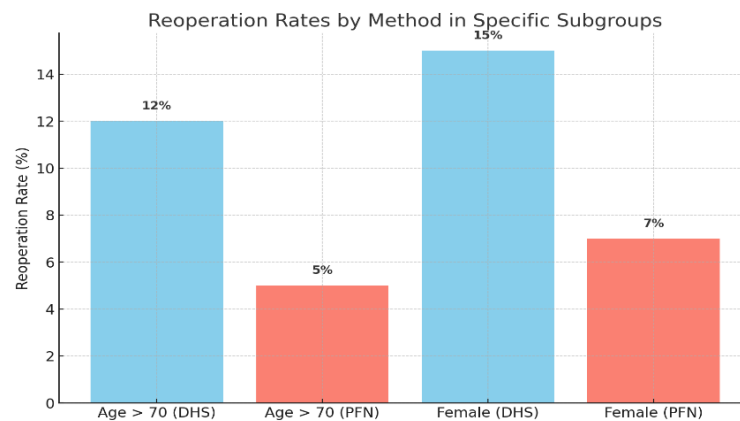


Figure 2: Reoperation rates by fixation method in specific subgroups

Table 2: Comparison of Outcomes Based on Various Factors

Variable		Comparison of infection	Comparison of 5-Year Mortality	Comparison of reoperation
Gender	Male	0.129	0.792	0.913
	Female	0.634	0.633	0.041
Age	<50 years	-	0.151	0.236
	50-70 years	0.965	0.711	0.981
	>70 years	0.584	0.516	0.022
Time from fx to surgery	Less than 12 hours	0.335	0.725	-

Materials & Methods

Study Design

This study is a retrospective cohort designed to examine the outcomes of two surgical methods, DHS and PFNA, in patients with intertrochanteric fractures classified as OTA/AO A1 & A2.1. In this study, the medical records of hospitalized patients from 2011 to 2021 in Shahid Madani Hospital, Karaj, were reviewed, and the required information was collected through chart review and telephone interviews.

Sample Selection and Data Collection

Inclusion Criteria: Patients over 18 years old with intertrochanteric fractures (classified according to the study criteria) treated with DHS or PFNA.

Exclusion Criteria: Patients with associated fractures or those who underwent surgery more than twice. Demographic information (age, gender, and underlying diseases) and surgical outcome data (need for revision surgery, time from fracture to surgery, time to death, and surgery-related complications) were collected.

Methods of Analysis:

The data were analyzed using SPSS version 22. Statistical methods included:

- Chi-square test and T-test for data analysis.
- Kaplan-Meier analysis for comparing time-related outcomes between the two groups.

Results

A total of 154 patients participated in the study, including 99 women (64.39%) and 55 men (34.61%).

Age Distribution:

The median age was 70 years in the DHS group and 71.5 years in the PFNA group.

There was no statistically significant difference in age between the two groups.

Gender Distribution:

No statistically significant difference was observed in the gender distribution (men and women) between the two groups.

Key Variables:

For the variables under investigation including the need for revision surgery, 5-year survival rate, postoperative infection rate, time from fracture to surgery, and time to revision surgery, no statistically significant difference was observed between the DHS and PFNA groups (P -value > 0.05) (Figure 1 and Table 1).

Significant Findings:

Among female patients and individuals over 70 years old who underwent surgery using the DHS method, a statistically significant difference was observed in the rate of revision surgery (P -value < 0.05) (Figure 2 and Table 2).

Table 1: Comparative Outcomes Between PFNA and DHS

Outcome Variable	P-value	PFNA	DHS
Reoperation	0.118	96.11% (74)-NO	89.62% (69)-NO
		3.89% (3) - Yes	10.38% (8) - Yes
5-Year Mortality	0.626	59.75% (46) - No	55.85% (43) - No
		40.25% (31) - Yes	44.15% (34) - Yes
Infection	0.731	93.51% (72) - No	94.80% (73) - No
		6.49% (5) - Yes	5.20% (4) - Yes
Time to Reoperation	0.461	18 days	23 days
Time from Surgery to Death	0.376	120 days	278 days

Note: Values in parentheses indicate the range or number of cases

Mid-Term Results of Different Fixation Methods in Stable Intertrochanteric Fractures

Abstract

Introduction: Intertrochanteric fractures are among the most common hip fractures, especially in the elderly population. DHS and PFNA, remain the main fixation methods for these fractures. This study compares the long-term results of these methods in fractures classified as OTA/AO A1 & A2.1.

Materials & Methods: A retrospective cohort study was conducted. 154 patients treated with DHS, PFNA, within 10 years in a teaching hospital were studied. Outcomes, such as infection, reoperation rate, and mortality were assessed based on age and sex in different subgroups.

Results & Discussion: Analysis of the 154 patients revealed no significant differences in infection rates, need for reoperation, or 5-year mortality between DHS and PFNA methods. However, women and patients older than 70 years treated with DHS showed a higher need for reoperation.

Conclusion: Except for women and individuals over 70 years old who had higher reoperation rates with DHS, no significant difference was observed between the two groups.

Keywords: Intertrochanteric fractures, Fracture fixation, Internal fixators.

Accepted: 34 days before printing

Peyman MohamadHoseini Azar, MD, Salman Azarsina, MD, Mohammad Sajjad Mirhoseini, MD, Mohamad Sheibani, MD

Department of Orthopedic Surgery,
Clinical Research Development Unit of
Shahid Madani Hospital, Alborz
University of Medical Sciences, Karaj,
Iran.

Introduction

Intertrochanteric fractures are among the most common types of hip fractures, particularly in elderly individuals, and are often associated with osteoporosis. The primary goal of treating these fractures is to achieve stable fixation and early mobilization of the patient to prevent subsequent complications⁽¹⁾.

Globally, it is estimated that these fractures affect approximately 18% of women and 6% of men, with a projected incidence of 4.5 million cases annually by 2050⁽²⁾.

Currently, two fixation methods, extramedullary and intramedullary, are commonly used for treatment⁽³⁾. The fracture pattern and its stability are critical factors in selecting the appropriate device. For instance, the use of the Proximal Femoral Nail Antirotation (PFNA) has demonstrated significantly better outcomes in fractures classified as OTA/AO 31A2.2, A2.3, and A3. Conversely, the use of Dynamic Hip Screw (DHS) in unstable fractures associated with osteoporosis has been linked to a failure rate exceeding 50%, making it less recommended⁽⁴⁾.

Although the biomechanical advantages of PFNA, such as reduced hip-to-implant distance and a shorter lever arm, are well-documented, many studies report comparable functional outcomes between PFNA and DHS⁽⁵⁾.

Given the unclear superiority of long-term outcomes between DHS and PFNA in stable fractures (OTA/AO A1 & A2.1), along with the cost differences between the two methods and their implications for health economics, especially considering the rising incidence of these fractures, this study aims to evaluate certain long-term outcomes of these treatment methods.

Corresponding Author:
Peyman MohamadHoseini Azar, MD
Email address:
peyman1992mha@gmail.com

- 7 Castillo RC1, Bosse MJ, MacKenzie EJ, Patterson BM; LEAP Study Group. Impact of smoking on fracture healing and risk of complications in limb-threatening open tibia fractures. *J Orthop Trauma*. 2005 Mar;19(3):151-157
- 8 Bydon M, Macki M, De la Garza-Ramos R, Sciubba DM, Wolinsky JP, Gokaslan ZL, et al. Smoking as an independent predictor of reoperation after lumbar laminectomy: a study of 500 cases. *J Neurosurg Spine* 2015;22(3):288-293. <https://doi.org/10.3171/2014.10.SPINE14186>
- 9 Karim A, Pandit H, Murray J, Wandless F, Thomas N. Smoking and reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume*. 2006;88(8):1027-1031. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.88B8.17189>
- 10 Kanneganti P, Harris JD, Brophy RH, Carey JL, Lattermann C, Flanigan DC. The Effect of Smoking on Ligament and Cartilage Surgery in the Knee A Systematic Review. *The American journal of sports medicine*. 2012;40(12): 2872-2878. <https://doi.org/10.1177/0363546512458223>
- 11 Kowalchuk DA, Harner CD, Fu FH, Irrgang JJ. Prediction of patient-reported outcome after single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*. 2009;25(5):457-463. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2009.02.014>
- 12 Kaeding CC, Aros B, Pedroza A, Pifel E, Amendola A, Andrish JT, Dunn WR, Marx RG, McCarty EC, Parker RD, Wright RW, Spindler KP (2011) Allograft versus autograft anterior cruciate ligament reconstruction: predictors of failure from a MOON prospective longitudinal cohort. *Sports Health*. 2010;3(1):73-81. doi:10.1177/1941738110386185
- 13 Wadji MB, Rohban M, Shabani M, Bahrapour A. The effect of Opium addiction on response to major operation stress. *Journal of Kerman University of Medical Sciences*. 2005;12(3):159-164
- 14 Malviya A, Negi N, Mandora M, Yadav J. Perioperative Status and Complications in Opium Addicts in Western Rajasthan. *Indian Journal of Surgery*. 2011;73(5):346-51.
- 15 Sung-Jae Kim, PhD, Su-Keon Lee,y Chong Hyuk Choi,z M Sung-Hwan Kim, Seong-Hun Kim and Min Jung,Graft Selection in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction for Smoking ,*The American Journal of Sports Medicine*. 2011;73:346-451. <https://doi.org/10.1007/s12262-011-0324-4>

On the other hand, few studies have been carried out on the postoperative improvement, especially on the orthopedic surgeries, in the opium-addicted patients. In the studies done by Harvey et al., investigating a cohort of 105 patients, the role of smoking in the delayed Tibia fracture was shown⁽⁶⁾. In addition, in a study conducted by Castillo et al. at Johns Hopkins School, a higher incidence of the complications of tibia open fracture in the smokers was reported⁽⁷⁾. Bydon et al. stated that smokers need to undergo post laminectomy surgery more than non-smokers⁽⁸⁾. A study done by Karim et al. found that the smokers who had been undergoing ACL repair surgery showed weaker functional results regarding the taken tests, and the study predicted that smoking makes the prognosis of the surgery worse⁽⁹⁾. In a systematic review study conducted by Kigganti et al., It was found that in the knee surgery, smoking had a negative effect on the recovery. It also revealed that after quitting smoking, the complications of this surgical intervention would reduce in the patients⁽¹⁰⁾. Kowalchuk et al. reviewed the effective factors in predicting clinical outcomes of ACL reconstruction. This study showed that obesity, smoking, and preoperative cartilage inflammation disrupted significantly the clinical outcomes of patients⁽¹¹⁾. Kaeding et al. also showed that cigarette smoking increases significantly the likelihood of re-rupture of the ACL ligament after reconstitution⁽¹²⁾. So far, there has been no study conducted on the effect of opium on the clinical outcomes of the reconstruction of ACL and it seems – to the best of our knowledge – the present study is the first study in this field. A study carried out by Baqayee et al. revealed that opium-addicted patients have stronger responses to the surgical stress⁽¹³⁾. Another study done by Malwia et al. found that postoperative respiratory, cardiovascular, systemic, and topical complications were higher in the opium-addicted patients than non-addicted ones, and the addicted group showed a higher degree of morbidity⁽¹⁴⁾. In a study conducted by Sung et al., investigating therapeutic results of ACL regeneration in the smokers and non-smokers, it was found that the results of the KT-2000 test were significantly worse in the smoker group⁽¹⁵⁾.

Conclusion

The results of our study confirmed the results of previous studies that the clinical outcomes of anterior cruciate ligament reconstruction (ACL) in the

smokers were significantly more unfavorable than non-smokers and addicts. Also, our study suggests for the first time that the clinical outcomes of this surgery in the opium-addicted patients are similar to the smoker ones. As a result, it is recommended following up the patients with such a risk factor more carefully.

Limitations

Obtaining the patients' satisfaction to participate in the study, and separating the patients into different groups have been some of the limitations of this study.

Acknowledgment

The authors would like to thank the professional team of the Clinical Research Development Unit of Shahid Madani Hospital, Karaj, who helped us in this research.

References

- 1 Lam M-H, Fong DT, Yung PS, Ho EP, Chan W-Y, Chan K-M. Knee stability assessment on anterior cruciate ligament injury: Clinical and biomechanical approaches. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology*. 2009;1(20):1-9. <https://doi.org/10.1186/1758-2555-1-20>.
- 2 Akoto R, Lambert C, Balke M, Bouillon B, Frosch KH, Höher J. Epidemiology of injuries in judo: a cross-sectional survey of severe injuries based on time loss and reduction in sporting level. *Br J Sports Med*. 2018;52(17). <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096849>
- 3 Gell L, Bühringer G, McLeod J, Forberger S, Holmes J, Lingford-Hughes A, Meier P, editors. What determines harm from addictive substances and behaviours?. Oxford University Press; 2016.
- 4 Najafipour H, Masoomi M, Shahesmaeili A, Haghdoust AA, Afshari M, Nasri HR, Kahnooji M, Samadi S, Mirzazadeh A. Effects of opium consumption on coronary artery disease risk factors and oral health: Results of Kerman Coronary Artery Disease Risk factors Study a population-based survey on 5900 subjects aged 15-75 years. *International journal of preventive medicine*. 2015;6(1):42. 10.4103/2008-7802.157470
- 5 Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Webster KE. Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *Br J Sports Med*. 2014;48:1543–1552. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093398>
- 6 Harvey EJ1, Agel J, Selznick HS, Chapman JR, Henley MB. Deleterious effect of smoking on healing of open tibia-shaft fractures *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2002; 31(9):518-521. PMID:12650537

Evaluation of clinical outcomes based on the KOOS questionnaire:

Knee pain severity

The severity of pain was low in all four groups, but there was no significant difference between the four groups in terms of pain ($P > 0.05$). The amount of difficulty in daily and sports activities was also assessed using a questionnaire. In the statistical analysis, this difference was significant between the non-addicted group and each exposed group ($p = 0.02$, $P = 0.02$, $P = 0.02$).

Similarly, the mean of the difficulty scores of sports activities was significant between the non-addicted group and each exposed group ($P = 0.01$, $P = 0.01$, $P = 0.01$). Moreover, the life quality of the patients was assessed using a questionnaire. This difference was statistically significant between the non-addicted group and each exposure group ($P = 0.04$, $p = 0.04$, $p = 0.03$)(Table 3).

Evaluation of clinical outcomes based on the LYSHOLM questionnaire:

Patients' lameness was evaluated and compared by the Lysholm questionnaire: Support ($P = 0.02$, $p = 0.02$, $p = 0.02$), Instability ($P = 0.01$, $P = 0.01$, $P = 0.01$), Stair-climbing ($P = 0.045$, $P = 0.047$, $P = 0.04$), Squatting ($p = 0.03$, $p = 0.03$, $P = 0.03$).

This difference was statistically significant between the non-addict group and each exposed group. However, the level of locking and swelling of the patients was evaluated using a Lysholm questionnaire. This difference was not statistically significant ($p > 0.05$).

Discussion

The results of the current study generally show that the clinical results of anterior cruciate ligament reconstruction (ACL) in the opium-addicted patients and smokers are significantly weaker than non-addicted patients. The results of following up the patients after 12 months showed that the displacement rate based on the KT-2000 system in the non-addicted group was significantly lower than that in the exposed group. Also, the severity of knee pain, and the amount of difficulty in daily and sports activities based on the KOOS questionnaire in the non-addicted group were significantly lower than the exposed groups (smoker, opium-addicted, and nicotine- and opium-addicted), and the quality of life in the non-addicted group was better than the exposed groups.

According to the Lysholm questionnaire, the score of the patients' lameness, the score of support, the score of instability, the score of stair-climbing, and the score of squatting in non-addicted subjects were significantly higher than each one in the exposed groups, which indicates better clinical results in this group of people. The level of locking and swelling did not differ significantly. Despite the known dangers and frequent warnings, today, more than a billion people are smokers in the world. In addition to the known risks of smoking, including malignancy of various organs, lung disease and cardiovascular disease decreases recently, and instead, the delay in the surgical patients' recovery and the increase of the complications in the consumer have been raised.

Table 3: Average scores of the patients in the KOOS questionnaire

	Healthy	Smoker	Opium	Cigar – opium	P-value
Daily activity	28	43	46	44	0.05>
Sport activities	7	16	14	14	0.05>
Quality of Life	6	11	11	10	0.05>

Table 4: Average scores of the patients in the Lysholm questionnaire

	Healthy	Smoker	Opium	Cigar-opium	P Value
Limping	4.2	3.1	3.9	3.6	0.05>
Support	4.82	4.28	4.32	4.44	0.05>
Locking	12.6	12.4	12.6	12.4	>0.05
Instability	21	17.2	16.8	17	0.05>
Swelling	9.2	8.8	8.9	8.9	>0.05
Stair-climbing	8.9	7.4	7.7	7.5	0.05>
Squatting	4.8	3.6	3.8	3.6	0.05>

a valid and standard questionnaire. The Lysholm questionnaire is also designed to evaluate the results of knee tendon surgery and includes 8 items: Limp, Support, Locking, Instability, Pain, Swelling, Stair Climbing, and Squatting. This questionnaire has been used in many studies to examine the condition of the affected knee. The KT-2000 arthrometry device has been used to test the patient's performance, and its results should be provided at least one year after the surgery. An arthrometry device was used to examine the amount of displacement of the tibia plate on the femoral condyles, and as a result of the diagnosis of chronic ACL rupture, with a difference of more than 5^{mm} between the healthy side and the affected side, which means the affected ACL.

To analyze the data, descriptive statistics method was used to calculate the frequency, mean, and standard deviation, and inferential statistics were used to determine the significant difference between the means of each variable. In the inferential statistics, the Student T-test was used to examine the significant difference between variables. The error

coefficient for all tests was considered as $\alpha \leq 0.05$. Data analysis was performed using SPSS software version 16.

Results

A total of 200 patients participated in this study. The frequency of injuries and their mechanisms are shown in Table 1, which indicates that these data were not significant in the studied groups (P value > 0.05). The mean age in the independent t-test was not significant in the studied groups ($p = 0.9$). Also, there was no significant difference in sex in the studied groups ($p > 0.05$) (Table 2).

Transfer rate based on the KT-2000 device

The displacement rate was measured and graded according to the KT-2000 device. In the statistical analysis, this difference was significant between the non-addicted group and each exposed group (respectively, $p = 0.04$, $p = 0.04$, $p = 0.03$) (Figure 1).

Table 1: Frequency of cause and mechanism of ACL damage

		Frequency	Percentile
Cause of injury	Sports Injury	105	70
	Nondependent to Sports Injury	45	30
Mechanism of Injury	Non - Touch	103	68.6
	Touch	47	31.4

Table 2: The age and sex of the subjects under study

		The Non-accident Group	Exposed Group
Age Average		26.6 $\pm$ 5.4	4.7 $\pm$ 0.26
Frequency of Gender	Male	(88%) 44	(96%) 144
	Female	(12%) 6	(4%) 6

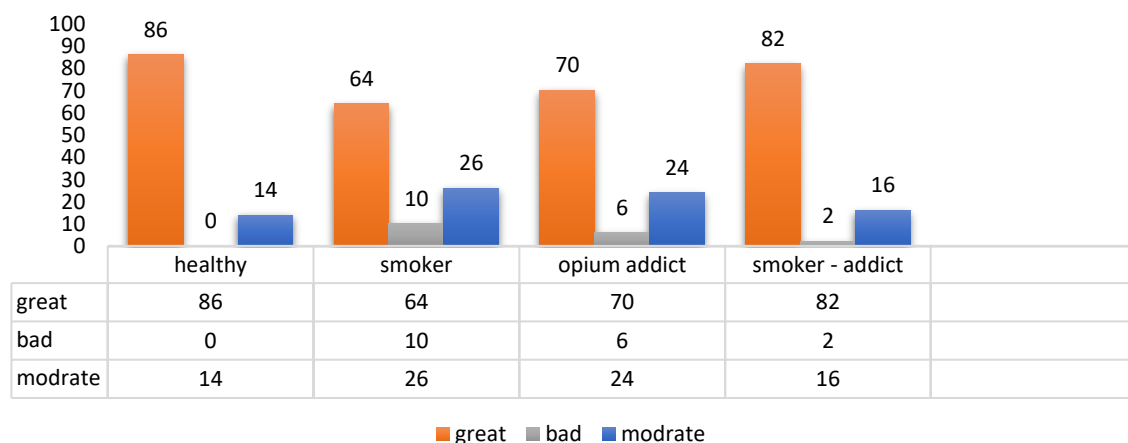


Figure 1: Comparison of the amount of displacement in the studied groups

Such individuals show symptoms of opioid-withdrawal, cardiovascular and hemodynamic changes, and many other problems during anesthesia and surgery. Also, these patients have difficulty during the healing process after surgical procedures due to drug use.

Tobacco has diverse types, all of which are deadly and addictive. Scientific evidence suggests that smokers are more likely to be affected by a variety of cancers, especially lung cancer, cardiovascular disease, respiratory illness, and fetal dysfunction⁽⁴⁾.

Previous studies have shown that smoking is in relation to the incomplete wound healing, delay bone union, and destructive effects on the immune system. Nicotine in the cigarette is, also, a potent vasoconstrictor which affects the angiogenesis process in the tissue. Finally, opium addiction and smoking have a bad effect on the process of rebuilding anterior cruciate ligament⁽⁵⁾.

On the other hand, the transplanted graft undergoes a ligamentation process during the rebuilding in order to complete the healing process, and factors such as cigarettes and opium are very effective in this process.

Thus, according to what mentioned before, and because there aren't many studies conducted on the complications caused by the addiction to the mentioned substances during the ACL reconstruction, the aim of the present study is to investigate the clinical outcomes of ACL reconstruction surgery in the opium-addicted patients, smokers, nicotine- and opium-addicted patients, and non-addicted patients.

Materials & Methods

This study is a prospective cohort study including the case group exposed to the risk factors, and control group non-exposed to the risk factors having inclusion criteria. The two groups were investigated in a year time-period from 2015, to estimate the rate of complications and the outcomes of anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction. The target population of this study was the patients referred cruciate ligament reconstruction using hamstring tendon.

Before performing the surgery, written consent was taken from the patients and their physical examination was performed to assess the condition of knee and the general condition of the body.

Inclusion criteria: Age over 18 years, the patient performed the first surgery on the affected knee, the patient had no multiple ligament laxity.

Exclusion criteria: The patients have a generalized ligament laxity, patients with diseases that affect the joint function, patients have a new disease at the time of the surgery until the end of the follow-up and have been referred for the follow-up at certain times. Addiction to any industrial and non-industrial drugs other than cigarettes and opium, and having several ruptures of knee ligaments.

After choosing the qualified patients, obtaining their written consent, and examining the condition of knee and the general condition of the body, the patients, then, were divided into four groups: Smokers (Group A), opium-addicted (Group B), nicotine- and opium-addicted (Group C), and healthy people (Group D). The definition of cigarette smoking is a continuous use of more than three cigarettes per day, and opium addiction means opium consumption of three to five peas at least three days a week.

1-3 days after anterior cruciate ligament reconstruction surgery, all patients were discharged from the hospital with the necessary recommendations and having the same physiotherapy and rehabilitation program.

Additional information includes patient's personal data, age, gender, history of exercise, medical history, severe joints injuries (knee, hip, ankle, knee repair, etc.), the time of occurrence of injury, and a brief history of the injuries occurred.

At the end of the 12th month after the surgery, the KOOS and Lysholm questionnaires were completed by the patients in all four groups in order to measure and determine the severity of symptoms and pain caused by ACL regeneration, the difficulty in daily activities, the difficulty in sports-recreational activities, and the quality of life related to the knee function. Also, the KT-2000 Arthrometer was used for the functional test after 12 months.

An arthrometry device was used to examine the amount of displacement of the tibia plate on the femoral condyles, and as a result of the diagnosis of chronic ACL rupture, defective ACL was defined as a difference of more than 5^{mm} between the healthy side and the affected side. The KOOS questionnaire is a patient-centered questionnaire containing 42 questions that examines 5 patient-related concepts, including pain, other illness symptoms, daily activities, recreational activities, and the quality of life in relation to knee problems. This questionnaire is

A Survey of Clinical Outcomes Following ACL Reconstruction in the Opium-Addicted Patients and Smoker Patients in Compare with Non-Addicted Patients

Abstract

Introduction: Anterior Cruciate Ligament (ACL) is an extra synovial element, and the fibroblasts are involved in its ongoing renewal and maintenance. It seems that opium addiction and smoking have destructive effects on the healing process and rehabilitation after its reconstruction. The present study investigates the clinical outcomes of ACL reconstruction surgery in the opium-addicted patients, smokers, nicotine- and opium-addicted patients, and regular patients.

Materials & Methods: In a prospective cohort study, 4 groups of patients who required ACL reconstruction were selected: Smokers, opium-addicts, nicotine plus opium-addicts, and regular. The results of ACL reconstruction in these four groups were evaluated using KOOS and Lysholm questionnaires as well as the KT-2000 system. The Chi-square test and independent sample t-test were used for analyzing the data, and a significant level was considered under 0.05.

Results & Discussion: The rate of displacement based on the KT-2000 system in the non-addicted group was significantly lower than that of the "addicted" groups. The severity of knee pain and the amount of difficulty in daily activities and exercise on the basis of KOOS-criteria in non-addicted subjects were significantly lower than those of the exposed groups. According to the Lysholm questionnaire, the patient's lameness score, support score, instability score, stair-climbing score, and squatting score in the non-addicted group were significantly higher than each of the other groups. The level of locking and swelling did not differ significantly.

Conclusion: The results of the current study generally showed that the clinical results of anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction in the opium-addicted patients and smokers were significantly worse than the non-addicted patients. The results of KT-2000 system evaluation in following ups after 12 months, showed that the displacement rate in the non-addicted group was significantly lower than the other groups.

Keywords: Anterior cruciate ligament reconstruction, Opium addiction, Tobacco smoking.

Accepted: 31 days before printing

Amirreza Sadeghifar, MD¹, Amirreza Kalantari, MD¹, Mohamad Sheibani, MD²,
Elham al-Sadat Seyyed Ghasemi, MD³, Salman Azarsina, MD², Farnaz Hajtalebi, MD⁴

1. Department of Orthopedic Surgery, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran.

2. Department of Orthopedics, School of Medicine, Clinical Research Development Unit Shahid Madani Hospital, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran.

3. Student Research Committee, School of Medicine, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

4. Student Research Committee, School of Medicine, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran.

Corresponding Author:

Mohamad Sheibani, MD

Email address:

sheibani.mohamad@gmail.com

Introduction

Anterior Cruciate Ligament (ACL) is an extra Synovial element, and the fibroblasts are involved in its ongoing renewal and maintenance. This ligament is also involved in preventing the excessive tibia rotation and the angulation of Varus and Valgus in two directions. Damage or rupture of the Anterior Cruciate Ligament is the most common knee injury involving 40% of sports injuries. ACL damage causes knee instability⁽¹⁾. Also, this complication can cause problems in exercise efficiency of the patient and increase the risk of meniscus lesions and premature knee joint degeneration. The purpose of the reconstruction of anterior cruciate ligament is to provide knee with a stable function, reduce the symptoms, and return the patient to the level of pre-injury activity⁽²⁾. Addiction means a chronic and recurrent disease of the brain that despite the harmful consequences, is characterized by two features of obsessive-compulsive search and consumption. Addiction is defined as a brain disease because it changes the brain's chemicals as well as its structure and function. Opium is a bitter and narcotic substance derived from *Papaver Somniferum*. The natural and industrial derivatives of opium have significant effects on the physiology and behavior⁽³⁾.



Iranian Journal of Orthopaedic Surgery

Volume 23, Number 1, Winter 2024
ISSN Print 1735-2967, online 1735-2967

(Serial Number 88)

Content

A Survey of Clinical Outcomes Following ACL Reconstruction in the Opium-Addicted Patients and Smoker Patients in Compare with Non-Addicted Patients.....	1
Amirreza Sadeghifar, MD, Amirreza Kalantari, MD, Mohamad Sheibani, MD, Elham al-Sadat Seyyed Ghasemi, MD, Salman Azarsina, MD, Farnaz Hajtalebi, MD	
Mid-Term Results of Different Fixation Methods in Stable Intertrochanteric Fractures.....	7
Peyman MohamadHoseini Azar, MD, Salman Azarsina, MD, Mohammad Sajjad Mirhoseini, MD, Mohamad Sheibani, MD	
Fat Embolism in Non-Orthopedic Contexts: A Literature Review of Clinical Cases and Pathophysiology (Review Article)	12
Pouria Chaghamirzayi, MD, Arvin Najafi, MD, Salman Azarsina, MD, Javad Karimi Rozveh, MD, Dorsa Hadavi, MD, Mohamad Hadi Bahri, MD, Mohammad Azizmanesh, MD	
Comparison of External Fixator Combined with Plate Compared to Plate Fixation Alone in the Treatment of Intra-Articular Comminuted Distal Radius Fractures.....	18
Arvin Najafi, MD, Milad Behzadi, MD, Salman Azarsina, MD, Mohammad Sajjad Mirhosseini, MD, Mohammad Sheibani, MD, Dorsa Hadavi, MD, Elahe Khandan, MD	
Investigating Radiological Criteria and Clinical Findings in Patients Before and After Smith-Peterson Osteotomy to Correct Adult Spine Deformity	24
Babak Mirzashahi, MD, Mohammad Javad Dehghani Firoozabadi, MD, Saeed Panahi, MD, Salman Azarsina, MD, Mehdi Tiotour, MD, Farnaz Hajtalebi, MD, Romina Basij, MD	
Traumatic Finger-Tip Amputation and the Effect of Pentoxifylline on Tissue Healing (A Comparative Randomized Clinical Trial)	29
Salman Azarsina, MD, Arvin Najafi, MD, Saeed Behjati, MD, Mohammad Sajjad Mirhoseini, MD, Armin Tajik, MD, Amir Mohammad Keshavarz Hassani, MD, Hamidreza Balaei Saryazdi, MD, Sarah Mohebbi, MD	
Sacral Agenesis, Teratoma Cyst and Vaginal Abnormality in a Young Woman (Case Report)	38
Mehdi Tiotour, MD, Mahdi Mohammaditabar, MD, Salman Azarsina, MD, Mohammad Javad Dehghani-Firoozabadi, MD, Farnaz Hajtalebi, MD	
Bone Healing Enhancing with the Xenogenic (Horse) Lyophilized Leukocyte-and Platelet-Rich Fibrin (L-Prf) in Rat Animal Model.....	42
Sobhan Razavian, MD, Amin Bigdam Sadegh, MD , Ahmad Oryan, MD, Aboutorab Tabatabaei-Naeini, MD	

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Listed below are sample references.

Journal Article:

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

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

Complete Book:

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

Chapter in Book:

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

Language and Style:

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

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

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

For further information please contact the Editorial Office:

Address: 94, 6TH Floor, Keshavarz Blvd., Tehran, 14166, Iran

Tel: +98 21 88966583– +98 21 88983609

Fax: +98 21 88983610

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Preferably, abbreviations should not be mentioned in the abstract.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Requirements for Different Types of Articles

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

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

Authors Guideline

Instructions to Authors

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

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

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

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

Submission Process:

Manuscripts should be sent through the online submission system:

(https://ijos.ir/form_send_article.php?slc_lang=en&sid=1)

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

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

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

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

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

Human and Animal Rights:

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

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



Iranian Journal of Orthopaedic Surgery

Volume 23, Number 1, Winter 2024
ISSN Print 1735-2967, online 1735-2967

(Serial Number 88)

A Publication of: Iranian Orthopaedic Association

Chairman: Aalami Harandi B, MD

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

Deputy Editor: Ahmadi A, MD

Co-Editor: Javid M, MD

Deputy Co-Editor: Shahrezaei M, MD

Iranian Orthopaedic Association Board Members:

Ebrahimpour A, MD
Fakoor M, MD
Golbakhsh M, MD
Moradi R, MD
Mortazavi SMJ, MD
Naderi M, MD
Razi M, MD

Editorial Board:

Abdolahzadeh Lahiji F, MD. IR	Makhmalbaf H, MD. IR
Abrisham SMJ, MD. IR	Mehdian H, MD. UK
Abrishami S, MD. IR	Mehdinasab A, MD. IR
Afshar AR, MD. IR	Mirzatolooei F, MD. IR
Ahmadi A, MD. IR	Mojtahed Jaber F, MD. IR
Akbarnia B, MD. USA	Mortazavi SMJ, MD. IR
Alami Harandi B, MD. IR	Motifard M, MD. IR
Badizadeh K, MD. IR	Mozafarian K, MD. IR
Baghdadi T, MD. IR	Narvani A, MD. IR
Birch J G, MD. USA	Navali AM, MD. IR
Dimeglio A, MD. Fr	Parvizi J, MD, FRCS. USA
Ebrahimpour A, MD. IR	Razi M, MD. IR
Esmaeileijah AA, MD. IR	Saied AR, MD. IR
Fakour M, MD. IR	Shahcheraghi Gh, MD, FRCS(C). IR
Gharehdaghi M, MD. IR	Shahrezaei M, MD, IR
Ghazavi MT, MD, FRCS(C). IR	Sharifi H, MD. IR
Hajjalilo Sami S, MD. IR	Shayesteh Azar M, MD. IR
Hassan Darwish M, MD. OM	Siavashi B, MD. IR
Hesarak S, PhD. IR	Tahmassebi MN, MD. IR
Javid M, MD. IR	Zamanian A, PhD. IR
Karimi Mobarakeh M, MD. IR	Zarezadeh A, MD. IR
Kazemi SM, MD. IR	

Advisory Committee (For this issue):

Badizadeh K, MD. IR
Golbakhsh M, MD
Dehghan Fard MR, MD
Lahiji F, MD
Hajjalilo Sami S, MD. IR
Dianat A, MD
Mehdian H, MD. UK
Esmaeileijah AA, MD. IR
Ahmadi A, MD

Executive Manager: Sohrabi M, PhD

Consultant Manager: Khoshnood N, PhD

Officer Chief & 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: anjoman@iranoa.org 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 | • Barakatks |
| • MedLib | • RICEST |