

بررسی نتایج درمان استئوتومی ویل (Weil) در بیماران مبتلا به سفتی مفصل متاتارسوفالانژیال انگشت شست پا

چکیده

مقدمه: هدف از این مطالعه، بررسی نتایج به دست آمده از درمان جراحی بیماران هالوکس ریجیدوس درجه ۳ (3rd grade hallux rigidus) به شیوه استئوتومی ویل (Weil osteotomy) است.

مواد و روش‌ها: این مطالعه به صورت شبه تجربی از نوع مداخله تک‌گروهی به صورت قبل و بعد از مداخله انجام شد. جامعه مورد پژوهش بیماران مبتلا به هالوکس ریجیدوس درجه ۳ را در بر می‌گرفت. ابزار گردآوری در این مطالعه شامل چک لیست بر اساس معاینات بالینی بود که میزان حرکت مفصلی در دو سمت پلانتر و دورسال را ارزیابی می‌کرد، همچنین برای میزان اندازه‌گیری درد بیماران از پرسشنامه میزان درد (VAS) (Visual Analogue Scale) استفاده شد. میزان دامنه حرکتی و میزان درد مفاصل (MetaTarsophalangeal) MPT بیماران قبل از عمل و ۱، ۳ و ۶ ماه بعد از عمل بررسی و ثبت شد. تمامی این اطلاعات وارد نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ شد.

یافته‌ها: در این مطالعه ۸ بیمار (۲۲/۹ درصد) مرد و ۲۷ بیمار (۷۷/۱ درصد) زن، که میانگین سنی \pm انحراف معیار آنها $۱۲/۱۷ \pm ۷۷/۱$ سال بود، مورد بررسی قرار گرفتند. میزان درد در بیماران در پیگیری‌های یک ماه و سه ماه بعد از مداخله به میزان معناداری کاهش پیدا کرد ($P=0.00$) و همچنین میزان حرکت پاسیو مفصل در پلانتر و دورسال فلکسیون نیز به طور معناداری یک ماه و سه ماه بعد از مداخله به میزان معناداری افزایش یافت ($p=0.00$). مدت زمان راه‌اندازی بیمار بعد از عمل، در ۱۷ بیمار (۴۸/۶ درصد) تا دو هفته، در ۱۰ بیمار (۲۸/۶ درصد) بین دو تا چهار هفته و در ۸ بیمار (۲۲/۹ درصد) بیشتر از یک ماه طول کشیده بود. میانگین فضای مفصلی بیماران بعد از عمل در گرافی ساده $۰/۴۶ \pm ۳/۶$ میلی‌متر بود.

نتیجه‌گیری: در این مطالعه، نتایج جراحی استئوتومی ویل در بیماران هالوکس ریجیدوس در پیگیری‌های یک ماه و سه ماه بعد از عمل کاهش معناداری در میزان درد بیماران نشان داد. همچنین در این بیماران افزایش معناداری در میزان (Range of Motion) ROM مفاصل، کاهش مدت زمان راه‌اندازی بیماران و همچنین بهبود در میانگین فضای مفصلی بیماران مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: استئوتومی، هالوکس ریجیدوس، درد، نتایج درمان

دریافت مقاله: ۲ ماه قبل از چاپ؛ پذیرش مقاله: ۱۰ روز قبل از چاپ.

دکتر محمد نوری،^۱ دکتر کاووس وزیری،^۱ دکتر مرتضی جان‌نثاری لادانی

مقدمه

هالوکس ریجیدوس (hallux rigidus) یا سفتی شست پا از شایعترین بیماری‌های طبقه‌بندی شده به عنوان آرتروز در پا است. در این بیماری، در قسمت ابتدایی انگشت شست پا مفصل متاتارسوفالانژیال (MTP)^۱ استئوفیت تشکیل می‌شود و در بیمار احساس خشکی در حرکت و درد را منتقل می‌کند. مفصل متاتارسوفالانژیال در راه رفتن دارای اهمیت بسیاری است زیرا با هر بار قدم زدن، خم می‌شود و در صورتیکه دچار خشکی شود، راه رفتن دردناک و دشوار خواهد شد^(۱،۲). در مفصل MTP مانند سایر مفاصل، انتهای استخوان‌ها توسط غضروف مفصلی پوشیده شده و در صورت آسیب غضروف مفصلی، انتهای استخوان‌ها بر روی هم ساییده شده و استخوان‌های اضافه یا خار استخوانی (bone Spur) تشکیل می‌شوند. این ساختارهای استخوانی اضافه باعث جلوگیری از خم شدن کامل مفصل هنگام راه رفتن می‌شوند و سفتی شست پا یا هالوکس ریجیدوس را ایجاد می‌کنند^(۳،۴). از سایر علائم ایجاد شده در افراد پس از ابتلا به هالوکس ریجیدوس می‌توان به التهاب و تورم ناحیه مفصل متاتارسوفالانژیال شست پا و همچنین ناتوانی و درد در هنگام انجام برخی از حرکات (دویدن، خم کردن انگشتان، چمباتمه زدن، ایستادن) اشاره کرد. هالوکس ریجیدوس اغلب در بالغین با محدوده سنی ۳۰ تا ۶۰ سال به وقوع می‌پیوندد. اتیولوژی این بیماری هنوز به درستی شناخته نشده است، اما آسیب‌هایی که باعث تخریب غضروف مفصل می‌شوند، تروماهای متعدد در ناحیه مفصل ایجاد می‌کنند. همچنین، تفاوت‌های آناتومیک پا و افزایش فشار به مفصل می‌توانند به بروز این اختلال کمک کنند^(۵).

Coughlin و Shurnas نوعی طبقه‌بندی را بر اساس یافته‌های بالینی و رادیوگرافیک بیماری پیشنهاد کردند.

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

نویسنده مسئول:

محمد نوری

Email:
mahomaa1@gmail.com

1. MetaTarsophalangeal.

جراحی هالوکس ریجیدوس با شیوه استئوتومی ویل در بیماران درجه ۳ است که به آن خواهیم پرداخت.

روش جراحی استئوتومی ویل از طریق یک برش دورسال انجام می‌شود، کپسولوتومی پشتی مفصل MTP و پلانتر فلکس کردن فالانکس پروگزیمال جهت نمایان شدن سر متاتارس انجام می‌شود. استئوتومی از قسمت پشتی سر متاتارس شروع می‌شود و در امتداد شفت موازی با کف انجام می‌شود (شکل ۱). نکات کلیدی این است که یک برش طولانی استئوتومی ایجاد کنید تا سطح وسیعی برای بهبودی ایجاد شود، از پایین آوردن سر با انجام برش موازی با زمین خودداری کنید. سر به طور طبیعی به سمت پروگزیمال جابجا می‌شود، اکثر نویسندگان کوتاه کردن ۵ تا ۱۰ میلی‌متر را توصیه می‌کنند. و استئوتومی با استفاده از پیچ فیکس می‌شود. عواملی که بر تثبیت تأثیر می‌گذارند عبارتند از زاویه قرار دادن پیچ، اندازه پیچ و تعداد پیچ‌ها. تثبیت در استخوان نسبتاً متخلخل با استفاده از دو پیچ بهبود می‌یابد^(۸) (شکل ۲). در این مطالعه نیز از این روش جهت استئوتومی و فیکساسیون استفاده شده است. بعد از جراحی استئوتومی ویل، درمان با تجویز آتل کوتاه پا یا بوت پیگیری شد. توصیه به عدم وزن‌گذاری کامل تا دو هفته شد.

شکل ۱: شکل شماتیک از مدل استئوتومی ویل



شکل ۲: رادیوگرافی بعد از عمل ویل استئوتومی که با ۲ عدد پیچ فیکس شده است.



سیستم رادیوگرافی بالینی Coughlin و Shurnas برای درجه‌بندی Hallux Rigidus به شرح زیر است:

درجه ۰: بیمار دورسی فلکشن ۴۰ تا ۶۰ درجه و/یا ۱۰ تا ۲۰ درصد کاهش نسبت به پای طبیعی دارد و یافته‌های رادیوگرافی در او طبیعی است. همچنین، بیمار بدون درد است و در معاینه فیزیکی فقط سفتی و از دست دادن حرکت دارد.

درجه ۱: بیمار دورسی فلکشن ۳۰ تا ۴۰ درجه و/یا ۲۰ تا ۵۰ درصد کاهش نسبت به پای طبیعی دارد و در رادیوگرافی، استئوفیت دورسال یافته اصلی است. همچنین باریک شدن حداقل فضای مفصلی، اسکروز دور مفصلی و صاف شدن سر متاتارس مشهود است. یافته‌های بالینی شامل درد و سفتی خفیف، درد شدید در دورسی فلکشن و/یا فلکشن کف پا در معاینه است.

درجه ۲: بیمار دورسی فلکشن ۱۰ تا ۳۰ درجه و/یا ۵۰ تا ۷۵ درصد کاهش نسبت به پای طبیعی دارد و در رادیوگرافی استئوفیت‌های پشتی، جانبی و احتمالاً میانی که ظاهری صاف به سر متاتارس می‌دهند، باریک شدن خفیف تا متوسط فضای مفصلی و اسکروز، معمولاً دیده می‌شود. در معاینه هم درد و سفتی متوسط تا شدید دارد که ممکن است ثابت باشد. درد درست قبل از حداکثر دورسی فلکشن و حداکثر فلکشن کف پا در معاینه رخ می‌دهد

درجه ۳: بیمار دورسی فلکشن ۱۰ درجه یا کمتر و/یا ۷۵ تا ۱۰۰ درصد کاهش در مقایسه با سمت طبیعی دارد. کاهش قابل توجهی در فلکشن کف پا متاتارسوفالانژیال نیز وجود دارد. در رادیوگرافی هم باریک شدن قابل توجه، تغییرات کیستیک اطراف مفصلی، درگیری بیش از ۴/۱ فضای مفصل در رادیوگرافی لترال، بزرگی سزاموئیدها و/یا کیستیک و/یا نامنظم شدن دیده می‌شود. در بالین هم درد تقریباً ثابت و سفتی قابل توجه در حداکثر دامنه حرکت، اما نه در محدوده متوسط دارد.

درجه ۴: بیمار دورسی فلکشن و یافته‌های رادیوگرافی همانند درجه ۳ دارد. یافته‌های بالینی همان معیارهای درجه ۳ است، اما درد قطعی در دامنه حرکتی غیرفعال وجود دارد^(۹).

روش‌های مختلف جراحی در برخی از بیماران که دچار تغییرات رادیولوژیک شدید (Grade III) هالوکس ریجیدوس هستند، اندیکاسیون دارد. از جمله این روش‌ها آرتروز (Arthrodesis) یا خشک کردن مفصل است^(۴). روش دیگر، آرتروپلاستی است که طی آن سطوح مفصلی استخوان توسط جراحی برداشته و با پروتز مفصل جایگزین می‌شود. یکی دیگر از روش‌های جراحی، استفاده از استئوتومی ویل (osteotomy Weil)^(۲) برای حذف استئوفیت‌های مزاحم و بازگرداندن ROM^(۳) نرمال به مفصل MTP است^(۷). روش‌های جراحی متفاوت دارای مزایا و معایبی برای بیماران بوده و پیامدهای مختلفی از آنان به دست آمده است، هدف از این مطالعه، بررسی نتایج به دست آمده درمان

۲. دکتر Lowell Weil این شیوه استئوتومی را برای نخستین بار در سال ۱۹۸۴ انجام داد.

3. ROM : Range of Motion.

مواد و روش‌ها

عصبی، حرکتی، جوش نخوردن، بدجوش خوردن و درد مزمن و ... دیده نشد (جدول ۲).

مدت زمان راه‌اندازی و وزن‌گذاری کامل بیماران با توجه به ویژگی‌های هفتگی و پیگیری بیمار بعد از عمل، ۱۷ بیمار (۴۸/۶ درصد) تا دو هفته، ۱۰ بیمار (۲۸/۶ درصد) بین دو تا چهار هفته و ۸ بیمار (۲۲/۹ درصد) بیشتر از یک ماه طول کشیده بود. میانگین فضای مفصلی MTP بیماران بعد از عمل بر اساس معیارهای رادیوگرافیکی در گرافی رخ فوت $3/6 \pm 0/46$ میلی‌متر بود.

بحث

پاتوژنز هالوکس رچیدوس نامشخص است و باید توجه کرد این بیماری سیر پیشرونده مخربی دارد به طوری که حتی درمان غیرجراحی آن خیلی مؤثر نیست. مطالعات زیادی جهت بررسی مزایا و معایب درمان جراحی این آسیب انجام شده است، در مطالعه kilmartin و همکارانش که با هدف بررسی و مقایسه سودمندی دو روش مختلف جراحی در این بیماران با درگیری متوسط انجام شد، بیمارانی که تحت جراحی فالنکس قرار گرفته بودند را با بیمارانی که تحت جراحی استئوتومی دکمپرسیون استخوان متاتارس قرار گرفته بودند مقایسه کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که در گروه اول ۶۵ درصد بیماران از نتایج عمل رضایت کامل داشتند در حالی که در گروه دوم ۵۴ درصد دارای رضایت‌مندی کامل بودند، همچنین در این مطالعه مشخص شد که میانگین میزان حرکت مفصل در بیمارانی که تحت روش جراحی استئوتومی متاتارس قرار گرفته بودند به طور معناداری بیشتر از گروه اول بوده اما میزان عوارض بعد از عمل و تداوم درد در بیماران گروه دوم بیشتر از گروه اول بوده است^(۸). اما نتایج مطالعه ما نشان داد که برخلاف این مطالعه، میزان رضایت‌مندی و میزان حرکت مفصل و همچنین تداوم درد در بیماران درجه ۳ این پاتولوژی به طور معناداری نسبت به قبل از جراحی بهبود معناداری داشت که نشان‌دهنده این است که جراحی از نوعی که در مطالعه ما عنوان شد در این بیماران درمان بسیار مناسبی می‌باشد. در مطالعه دیگری که lamar و همکارانش^(۹) به بررسی سه شیوه از روش‌های موجود در استئوتومی ویل برای درمان اختلال هالوکس رچیدوس پرداختند. در این مطالعه مدل‌های استخوانی را در شرایط آزمایشگاهی با روش‌های Sagital V، youngswick و Modified تحت استئوتومی ویل قرار دادند و متغیرهایی همچون حداکثر توان تحمل، میزان هدررفت انرژی، سفتی مفصل و الگوی شکستگی استخوان را در این مدل‌ها ارزیابی و مقایسه کردند. نتیجه این مطالعه نشان داد که مفاصل جراحی شده به روش Sagital V نسبت به روش Modified دارای توان تحملی کمتر و سفتی بعد از عمل نسبت به سایر روش‌ها هستند که در واقع می‌توان بیان کرد که در روشی که در مطالعه ما به کار برده شده نوعی از همین روش Modified بوده است. در سال

این مطالعه به صورت شبه تجربی از نوع مداخله تک‌گروهی به صورت قبل و بعد از مداخله انجام شد. جامعه مورد پژوهش بیماران مبتلا به هالوکس رچیدوس درجه ۳ بود که جهت درمان جراحی به بیمارستان بقیه‌الله مراجعه می‌کردند. حجم نمونه با استفاده از نرم افزار G Power و با در نظر گرفتن سطح خطای ۵ درصد، توان آزمون ۸۰ درصد و اندازه اثر ۰/۲۵ درصد برای این مطالعه ۲۸ بیمار برآورد شد که در نهایت در این مطالعه ۳۵ بیمار مورد بررسی قرار گرفتند. معیارهای ورود به مطالعه شامل ۳ مورد به شرح زیر بود:

۱. درد مزمن مفصل MPT اول پا،
 ۲. تشخیص بالینی هالوکس رچیدوس درجه سه،
 ۳. تمایل بیمار برای شرکت در مطالعه.
- معیارهای خروج از مطالعه نیز شامل این موارد بود:
۱. عدم همکاری بیمار جهت پیگیری بعد از درمان،
 ۲. سابقه بیماری‌های دیابت و بیماری‌های کلاژن و اسکولار،
 ۳. سابقه مصرف داروهای ایمنوساپرسیو و هر گونه اختلال در ضعف سیستم ایمنی بدن.

ابزار گردآوری در این مطالعه شامل چک لیست بر اساس معاینات بالینی بود که ضمن آن میزان حرکت مفصلی در دو سمت پلانتر و دیستال ارزیابی می‌شد. همچنین، برای میزان اندازه‌گیری درد بیماران از مقیاس تشابه بصری VAS استفاده شد که عدد ۰ تا ۱۰ را برای مشخص کردن میزان درد ارزیابی می‌کرد. انجام این مطالعه بدین صورت بود که بعد از دریافت کد اخلاق از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله اعظم، محقق شروع به نمونه‌گیری می‌کرد و بعد از توضیح اهداف پژوهشی به بیماران و پس از اخذ رضایت آگاهانه از بیماران، ابتدا اطلاعات دموگرافیک بیماران ثبت می‌شد، سپس میزان دامنه حرکتی و میزان درد مفاصل MPT بیماران قبل از عمل و ۱، ۳ و ۶ ماه بعد از عمل بررسی و ثبت می‌شد. سپس مدت زمان بی‌حرکتی و مدت زمان راه‌اندازی بیماران مورد بررسی قرار می‌گرفت. تمامی این اطلاعات بعد از ثبت در چک لیست، وارد نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ شد و سپس این اطلاعات با هم مورد مقایسه قرار گرفت. سطح معنادار برای تمامی آزمون‌ها عدد ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در این مطالعه ۸ بیمار (۲۲/۹ درصد) مرد و ۲۷ بیمار (۷۷/۱ درصد) زن مورد بررسی قرار گرفتند. میانگین سنی \pm انحراف معیار این بیماران $77/1 \pm 12/17$ سال بود. میزان درد بیماران در پیگیری‌های یک، سه و شش ماه بعد از مداخله، به میزان معناداری کاهش پیدا کرد ($p=0/00$) (جدول ۱) و همچنین میزان حرکت مفصل نیز بعد از یک، سه و شش ماه مداخله به میزان معناداری افزایش یافت ($p=0/00$) (جدول ۲). در طی بررسی و پیگیری ۶ ماهه در هیچ‌کدام از بیماران عارضه حسی،

جدول ۱. بررسی و مقایسه میزان نمره درد، قبل از عمل جراحی و ۱، ۳ و ۶ ماه پس از عمل جراحی

متغیر	دوره	میانگین \pm انحراف معیار	z	p value
میزان درد	نمره درد قبل از مداخله	۹/۴ \pm ۰/۷۷	-۵/۱۹۱	۰/۰۰
	نمره درد یک ماه بعد از مداخله	۳/۰۸ \pm ۱/۲۹	-۵/۲۰۷	۰/۰۰
	نمره درد سه ماه بعد از مداخله	۱/۹۱ \pm ۰/۹۵	-۵/۲۰۷	۰/۰۰
	نمره درد شش ماه بعد از مداخله	۱/۹۱ \pm ۰/۹۵	-۵/۲۰۷	۰/۰۰

جدول ۲. میزان دامنه حرکتی پاسیو مفاصل در دو سطح پلانتر و دورسال قبل از عمل جراحی و ۱، ۳ و ۶ ماه پس از عمل جراحی

متغیر	دوره	میانگین \pm انحراف معیار	z	p value
Passive ROM* Dorsi flexion	قبل از مداخله	۳۳/۱ \pm ۳/۹	-۵/۱۶۳	۰/۰۰
	۱ ماه بعد از مداخله	۷۰/۱ \pm ۷/۹	-۵/۱۶۳	۰/۰۰
	۳ ماه بعد از مداخله	۷۲/۵ \pm ۷/۱	-۵/۱۶۲	۰/۰۰
	۶ ماه بعد از مداخله	۷۱/۱ \pm ۳/۲	-۵/۱۶۲	۰/۰۰
Passive ROM* Plantar flexion	قبل از مداخله	۱۴/۷ \pm ۳/۶	-۴/۸۸۰	۰/۰۰
	۱ ماه بعد از مداخله	۲۲/۳ \pm ۴/۱	-۴/۸۸۰	۰/۰۰
	۳ ماه بعد از مداخله	۲۳/۱ \pm ۲/۸	-۵/۰۸۰	۰/۰۰
	۶ ماه بعد از مداخله	۲۱/۶ \pm ۲/۸	-۵/۰۸۰	۰/۰۰

* ROM: Range of Motion.

نتیجه گیری

در این مطالعه، نتایج جراحی استئوتومی ویل در بیماران هالوکس رجیدوس در پیگیری‌های یک ماه، سه ماه و شش ماه بعد از عمل کاهش معناداری در میزان درد بیماران و افزایش معناداری در میزان ROM مفصل نشان داد. همچنین، کاهش مدت زمان راه‌اندازی بیماران و همچنین بهبود در میانگین فضای مفصلی در این روش درمان مشاهده شد.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل پایان‌نامه تحت عنوان «بررسی نتایج درمانی استئوتومی ویل در بیماران مبتلا به آرتروز مفصل متاتارسوفالانژیال (درجه ۳) انگشت شست پا» در مقطع دکترای تخصصی ارتوپدی با کد اخلاق IR.BMSU.BAQ.REC.1401.027 می‌باشد که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بقیه الله اعظم (ص) انجام شده است.

۲۰۲۰، Cassinelli و همکارانش^(۳) طی انجام یک مطالعه «گزارش موردی» به بررسی استفاده از روش استئوتومی ویل در بیماران مبتلا به هالوکس رجیدوس درجه ۳ پرداختند، در این مطالعه بیماران از نظر رضایت‌مندی، دامنه حرکتی مفصل شست پا، طول و عرض فضای مفصلی؛ در بازه‌های زمانی پیش از جراحی، پیگیری‌های یکساله و دوساله مورد بررسی قرار گرفتند و نشان داده شد که تمامی بیماران از درمان خود دارای رضایت‌مندی کامل بودند. میانگین دامنه حرکتی مفصل شست پا در پیگیری یکساله بیماران از ۳۵/۱ درجه به ۸۰/۳ درجه رسید و همچنین میانگین میزان دورسیفلکسایون از ۵ درجه در پیش از مطالعه به ۱۵ درجه در پیگیری یکساله رسید. نتایج این مطالعه مشابه با نتایجی بود که در مطالعه ما به دست آمد که گویای بهره‌گیری بهتر روش استئوتومی ویل در مقایسه با انجام cheilectomy به تنهایی است. محدودیت عمده این مطالعه کوتاه بودن زمان پیگیری است و دیگر اینکه گروه مقایسه‌ای، برای مثال دبریدمان تنهای مفصل نداشته است.

منابع

1. Galois L, Hemmer J, Ray V, Sirveaux F. Surgical options for hallux rigidus: state of the art and review of the literature. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*. 2020; 30(1):57-65. doi: 10.1007/s00590-019-02528-x. PubMed PMID: 31392522.
2. King CKK, Loh Sy J, Zheng Q, Mehta KV. Comprehensive review of non-operative management of hallux rigidus. *Cureus*. 2017; 9(1):e987. doi: 10.7759/cureus.987. PubMed PMID: 28229034; PubMed Central PMCID: PMC5318145.
3. Cassinelli SJ, Chen S, Charlton TP, Thordarson DB. Early outcomes and complications of synthetic cartilage implant for treatment of hallux rigidus in the United States. *Foot & Ankle International*. 2019; 40(10):1140-1148. doi: 10.1177/1071100719855049. PubMed PMID: 31195830.
4. Saxena A, Valerio DL, Behan SA, Hofer D. Modified Valenti arthroplasty in running and jumping athletes with hallux limitus/rigidus: analysis of one hundred procedures. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*. 2019;58(4):609-616. doi: 10.1053/j.jfas.2018.07.009. PubMed PMID: 30553745.
5. Senga Y, Nishimura A, Sudo A. The Prevalence of Hallux Rigidus and its Risk Factors. *Foot & Ankle Orthopaedics*. 2019;4(4):2473011419S0037. doi:org/10.1177/2473011419S00377.
6. Coughlin, Michael J, Shurnas, Paul S. Hallux Rigidus: Surgical Techniques (Cheilectomy and Arthrodesis), *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 86(1):119-130, September 2004.
7. Dülgeroğlu TC, Metineren H. Treatment of end-stage hallux rigidus using total joint arthroplasty: a short-term clinical study. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*. 2017; 56(5):1047-1051. doi: 10.1053/j.jfas.2017.05.017. PubMed PMID: 28663020.
8. Lunz D, Cadden A, Negrine J, Walsh W. FA12: THE WEIL OSTEOTOMY: INDICATIONS, SURGICAL TECHNIQUE AND FIXATION. *Orthop Procs*. 2010;92-B(SUPP_1):179-179. doi:10.1302/0301-620X.92BSUPP 1.0920179a.
9. Kilmartin TE, O'Kane C. Combined rotation scarf and Akin osteotomies for hallux valgus: a patient focussed 9 year follow up of 50 patients. *Journal of foot and ankle research*. 2010; 3:2. doi: 10.1186/1757-1146-3-2. PubMed PMID: 20156363; PubMed Central PMCID: PMC2833148.
10. LaMar L, Deroy AR, Sinnot MT, Haut R, Squire M, Wertheimer S. Mechanical comparison of the Youngswick, sagittal V, and modified Weil osteotomies for hallux rigidus in a sawbone model. *The Journal of foot and ankle surgery*. 2006; 45(2):70-5. doi: 10.1053/j.jfas.2005.12.007. PubMed PMID: 16513500.