

درمان کوتاهی متاتارس چهارم پا با بلند کردن استخوان روی پا به میله داخل استخوان

چکیده

مقدمه: بیماری کوتاه‌ماندگی استخوان انگشت پا (براکی متاتارسیا) «brachymetatarsia» یک بیماری نادر دفرمیتی پا است. در اکثر موارد به علت زود بسته شدن اپیفز متاتارس که باعث کوتاهی آن می‌شود به طور مادرزادی به وجود می‌آید. به نظر می‌رسد فاکتورهای زیادی همچون تروما، ایاتروژنیک و مادرزادی در ایجاد این وضعیت با یا بدون ارتباط با سندروم‌های سیستمیک نقش دارند. این دفرمیتی با گستره وسیعی از الگوهای کلینیکی از نارضایتی زیبایی شناختی تا درد شدید شناخته می‌شود. روش‌های مختلف جراحی برای این بیماری پیشنهاد شده است که با عوارض گوناگونی مثل سفتی، عدم جوش خوردن، انحراف از محور و مشکلات دیگر همراه بوده است. به منظور معرفی و اثربخشی درمان چند مورد براکی‌متاتارسیا که با روش بین‌گذاری و کشش «lengthening over a pin» جراحی شده‌اند این مطالعه انجام شد.

ابزارها و روش‌ها: این مطالعه به صورت موردهای مشابه (case series) در یک مجتمع آموزشی پژوهشی درمانی دانشگاهی انجام شد. تمامی بیماران مراجعه کننده به درمانگاه ارتوپدی که بیماری آنها به وسیله رادیوگرافی پا تأیید شده بود و علل مادرزادی داشتند وارد مطالعه شدند. اطلاعات دموگرافیک بیماران، میزان افزایش طول و مدت زمان شروع درمان تا خارج شدن فیکساتور توسط چک لیست و از پرونده بیماران جمع‌آوری شد. تمام افراد با درگیری غیر از متاتارس چهارم، و یا به علت تروما و یا به دلایل ثانویه جراحی‌های پا و یا ثانویه به سندرم‌های ژنتیکی یا همراه با سینداکتیلی و پلی‌داکتیلی از مطالعه حذف شدند.

یافته‌ها: این مطالعه بر روی ۹ بیمار شامل ۸ زن و یک مرد، با میانگین سنی ۱۲/۳ سال انجام شد. ۲ نفر از خانم‌های مورد مطالعه دچار درگیری دو طرفه بودند که در نتیجه ۱۱ مورد جراحی بررسی شد. در مدت زمانی که به طور میانگین ۹۶/۵ روز بود، به طور میانگین ۱۶/۵۸ میلی‌متر افزایش طول دیده شد. همچنین به طور میانگین ۴۸/۲۳ درصد افزایش طول متاتارس در طی مدت زمان درمان وجود داشت. در هیچ یک از بیماران بدجوش‌خوردگی «malunion» مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: بر اساس یافته‌های این مطالعه میزان بدجوش‌خوردگی استخوان پس از این عمل جراحی صفر درصد بود که در مقایسه با روش‌های دیگر برتری واضح بود. بلند کردن روی میله داخل استخوانی متاتارس امکان طول گرفتن را بیشتر می‌کند و عارضه کمتری به دنبال خواهد داشت.

کلمات کلیدی: براکی متاتارسیا، اثربخشی جراحی، جراحی الیزاروف

دریافت مقاله: ۹ ماه قبل از چاپ؛ مراحل اصلاح و بازنگری: ۱ بار؛ پذیرش مقاله: ۱ ماه قبل از چاپ

*دکتر علیرضا غزنوی، **دکتر علی افراسیابی، *دکتر فرزاد واحدی فرد

مقدمه

بیماری براکی‌متاتارسیا یک بیماری نادر دفرمیتی پا است که در اکثر موارد به علت زود بسته شدن اپیفز متاتارس و در نتیجه کوتاهی آن ایجاد می‌شود. به نظر می‌رسد فاکتورهای زیادی همچون تروما، ایاتروژنیک و مادرزادی در ایجاد این وضعیت با یا بدون ارتباط با سندروم‌های سیستمیک نقش دارند^(۱). این دفرمیتی با گستره وسیعی از الگوهای کلینیکی از نارضایتی زیبایی شناختی تا درد شدید شناخته می‌شود. به عنوان تعریف، به حضور بیش از یک متاتارس با کوتاهی بیش از ۵ میلی‌متر قبل از شاخ پارابولیک متاتارس گفته می‌شود. این وضعیت در خانم‌ها ۲۵ برابر بیشتر از آقایان^(۲) است و در بیشتر موارد انگشت چهارم را با شیوع کلی ۰/۰۲٪ تا ۰/۰۵٪ تحت تأثیر قرار می‌دهد. این بیماری در ۷۵٪ موارد به صورت دو طرفه بروز می‌کند^(۳).

چندین روش جراحی جهت اصلاح این حالت شناخته شده است. افزایش تدریجی طول متارس و افزایش طول یک مرحله‌ای معمول‌ترین روش‌های استفاده شده هستند. افزایش طول یک مرحله‌ای معمولاً با هیدرکسی آپاتیت و پیوند استخوان ترکیب می‌شود^(۴و۵).

* استادیار جراحی ارتوپدی

** پزشک عمومی

(دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران).

نویسنده مسئول:

دکتر علی افراسیابی

Email:
afraziabidr@gmail.com

اطلاعات دموگرافیک بیماران، میزان افزایش طول استخوان و مدت زمان طول کشیدن شروع درمان تا خارج شدن پین، از پرونده بیماران جمع‌آوری و توسط چک لیست ثبت شد.

تمام افراد با درگیری غیر از متاتارس چهارم، و یا به علت تروما و مشکلات ثانویه به جراحی‌های پا و یا ثانویه به سندرم‌های ژنتیکی یا همراه با سینداکتیلی و پلی‌داکتیلی از مطالعه حذف شدند.

روش نمونه‌گیری به صورت مشاهده‌ای و غیرتصادفی در دسترس بود. با توجه به نوع مطالعه تمام افراد حائز شرایط «inclusion criteria» وارد مطالعه شدند. نتایج حاصله برای متغیرهای کمی به صورت میانگین و انحراف استاندارد ($\text{mean} \pm \text{SD}$) و برای متغیرهای کیفی طبقه‌ای و به صورت درصد بیان شد. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم افزار SPSS ورژن ۲۰ استفاده شد.

اطلاعات مربوط به تمام افراد نزد پژوهشگران محفوظ ماند. محققان در تمامی مراحل پایبند به اصول عهدنامه هلسینکی و کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی ایران بوده‌اند (کد اخلاق دانشگاه IR.IUMS.FMD.REC 1396.8821215155). از بیماران رضایت آگاهانه نیز کسب شد.

یافته‌ها

این مطالعه بر روی ۹ بیمار مبتلا به کوتاه‌ماندگی استخوان انگشت پا انجام شد، که شامل ۸ زن و یک مرد با میانگین سنی $12/3 \pm 2/87$ سال بودند. کوچک‌ترین فرد ۶ سال و بزرگ‌ترین فرد ۱۶ سال داشت.

۲ نفر از خانم‌های مورد مطالعه دچار درگیری دو طرفه بودند که در نتیجه ۱۱ مورد جراحی مورد بررسی قرار گرفت. اطلاعات به دست آمده از بیماران را در جدول شماره ۱ مشاهده می‌فرمایید.

به طور میانگین شاهد $16/58 \pm 4/89$ میلی‌متر افزایش طول در مدت زمان به طور میانگین $96/5 \pm 8/53$ روز بودیم. همچنین مشاهده شد به طور میانگین شاهد $48/23 \pm 10/11$ درصد افزایش طول متاتارس در طی مدت زمان درمان بودیم که در ۱۰۰ درصد بیماران malunion مشاهده نشد. در شکل ۱ تا ۳، مراحل مختلف درمان ۵ مورد از بیماران نشان داده شده است.

افزایش طول تدریجی انواع مختلفی دارد، از جمله آنها تخریب کالوس^(۶) و افزایش طول تدریجی با فیکساسیون خارجی از راه پوست^(۷) است.

جراحی lengthening over the pin یکی از انواع جراحی افزایش طول تدریجی متاتارس است. با توجه به نادر بودن بیماری برای متاتاسیا، تا کنون مطالعه‌ای در داخل کشور بر روی بیمارانی که مورد این عمل جراحی قرار گرفته‌اند انجام نشده است. اما تعدادی از مطالعات در خارج از کشور در این زمینه انجام شده که نتایج آن به شرح زیر است:

در مطالعه H. T. Kim و همکاران در سال ۲۰۰۳، ۱۸ بیمار با روش افزایش طول یک مرحله‌ای به همراه پیوند استخوان تحت درمان قرار گرفتند که افزایش ۳۰ درصدی طول به دست آمد. نتایج این بررسی نشان داد که به طور میانگین برای هر ۱ سانتی‌متر افزایش طول ۱/۳ ماه زمان صرف شده است^(۸).

مطالعه Masada و همکاران در سال ۱۹۹۹، بر روی ۶ بیمار به روش تخریب کالوس انجام شد. بهبود در تمام بیماران حاصل شد و به طور متوسط ۳۰ درصد افزایش طول نسبت به اندازه اولیه به دست آمد. نتایج این بررسی نشان داد که به طور متوسط ۸۲ روز زمان برای هر سانتی‌متر افزایش طول متاتارس صرف شده است^(۹).

در مطالعه Fusini و همکاران در سال ۲۰۱۷، درمان بر روی ۷ بیمار با روش افزایش طول تدریجی با فیکساسیون خارجی از راه پوست انجام شده بود. میانگین افزایش طول در این مطالعه $17/43$ میلی‌متر و میانگین زمان بهبودی $99/70$ روز بود^(۱۰). هدف از این مطالعه گزارش اثربخشی جراحی به روش پین‌گذاری و کشش «lengthening over the pin» بر روی تعدادی از بیماران برای متاتاسیا به روش case series بود.

مواد و روش‌ها

مطالعه به صورت case series، و گذشته‌نگر، در سال ۱۳۹۷، در مجتمع آموزشی پژوهشی درمانی رسول اکرم (ص) متعلق به دانشگاه علوم پزشکی ایران انجام شد. جامعه مورد مطالعه، بیماران کوتاه‌ماندگی متاتارس چهارم مراجعه کننده به درمانگاه ذکر شده، بین سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷ بودند. به علت نادر بودن بیماری، پرونده تمامی بیماران مراجعه کننده به درمانگاه ارتوپدی بین سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷، که بیماری آنها به وسیله گرافی پا و توسط یک متخصص ارتوپدی تأیید شده و تنها علل مادرزادی داشته بودند، وارد مطالعه و بررسی شدند.

بحث

جدول ۱ - اطلاعات دموگرافیک، افزایش طول و زمان درمان بیماران این مطالعه را نشان می‌دهد.

بیمار	جنس	سن (سال)	میزان افزایش طول		طول زمان درمان (ماه)
			طول (میلی‌متر)	سن	
۱	خانم	۱۴	۲۰/۸		۹۶
۲	خانم	۱۲	۲۰/۹		۹۲
۳	خانم	۶	۱۰/۸		۸۹
۴	خانم	۱۲	۱۶/۸		۱۰۱
۵	خانم	۱۵	۲۰		۱۰۰
۶	خانم	۱۲	۲۰/۶		۸۶
۷	خانم	۱۰	۱۱۵/۱		۱۰۳
۸	خانم	۱۰	۱۲/۴		۸۱
۹	آقا	۱۶	۲۱/۶		۹۱

جراحی، افزایش طول به وسیله گرفت استخوانی، و افزایش‌های متوالی به وسیله کوتالتوزیس (callotasis) از طریق فیکساتور خارجی است^(۱۲).

در جراحی با روش «افزایش طول یک مرحله‌ای» به نظر می‌رسد نگرانی‌هایی در مورد اسکار پس از پیوند بافت یا نکروز پوستی و جذب بافت پیوندی وجود دارد^(۱۳). در جراحی افزایش طول تدریجی نیز خطر عفونت بافتی، دررفتگی مفصل و عدم رشد در راستای مورد انتظار و تأخیر در استخوان‌سازی نشان داده شده است^(۲).

در این مقاله، ۹ مورد براکی متاتارسیا که به روش جراحی lengthening over the pin درمان شدند گزارش شده است. این بیماران در بازه‌های زمانی متوالی پی‌گیری شدند. نسبت شیوع براکی متاتارسیا در خانم‌ها به آقایان حدود ۲۵ به ۱ در مقالات توصیف شده است که با شیوع بیماری در بیماران ما همخوانی نسبی دارد.

در این روش، در جلسه اول درمان ایلیزاروف و پین در یک جلسه کارگذاری شد (با فاصله زمانی اغلب دو هفته‌ای). افزایش طول تا زمانی که رشد از نظر ظاهری مقبول بیمار شود با مشورت جراح ادامه یافت و پین داخل استخوان ماند و در جلسه آخر با کنترل گرافی خارج شد. با توجه به پین‌گذاری در راستای طولی هیچ‌گونه انحراف در رشد دیده نشد. همچنین عفونت‌های ثانویه و مشکلات مفصلی نیز دیده نشد.

درمان اولیه در بیماران متاتارسیا، اقداماتی غیرجراحی شامل کفی‌های پزشکی، ارتوز و کفش‌هایی با پنجه پهن هستند. زمانی که اقدامات جراحی، درد بیمار را کاهش ندهد، و همین‌طور به دلیل مسائل مرتبط با زیبایی، جراحی اندیکاسیون پیدا می‌کند^(۴). در مورد درمان جراحی براکی متاتارسیا هنوز شک و تردید وجود دارد، چرا که نتایج پس از جراحی نشان‌دهنده درگیری‌های فراوان و گاهی خطرناک است. نکته مهمی که باید قبل از عمل با بیمار مشورت و در مورد آن تصمیم‌گیری شود، میزان بلند شدن استخوان بیمار است، که فرمول‌های مختلفی برای آن پیشنهاد شده است. همچنین چند تکنیک جراحی یک مرحله‌ای و چندین مرحله‌ای افزایش طول برای اصلاح این بیماری، توصیف شده است^(۱۱). یکی از رایج‌ترین روش‌های

شکل ۱: بیمار شماره دو



در مطالعه Fuiano و همکاران در سال ۲۰۱۹، روش دیسترکشن کالوس با فیکساتور خارجی برای درمان این بیماری استفاده شد. ۱۲ بیمار براکی متاتارسیا با میانگین پی‌گیری ۲۲ ماه، تحت افزایش طول با فیکساتور خارجی قرار گرفتند. میانگین افزایش طول ۱۶/۸ میلی‌متر، با محدوده ۸ تا ۲۲ میلی‌متر بود. میزان عوارض و موربیدیتی این روش کم توصیف شد و در ۴ جراحی رخ داد که شامل یک عفونت، یک زاویه پیدا کردن متاتارس و ۲ خشکی مختصر MTP بود. همچنین توصیه شد در بیمارانی که بیش از ۲۰ میلی‌متر کوتاهی دارند، توجه ویژه‌ای شود. نتایج این مطالعه و همچنین عوارض کم آن، با مطالعه ما در یک راستا و تأیید کننده است^(۱۴).

در یک مطالعه گذشته‌نگر در سال ۲۰۰۹، سه روش جراحی مختلف برای درمان براکی متاتارسیا انگشت چهارم مورد بررسی قرار گرفت. در یک گروه، «intercalary bone grafting» یک مرحله‌ای حمایت شده با وایر داخل مدولاری Kirschner صورت گرفت. در گروه دیگر، افزایش طول به تدریج از طریق یک فیکساتور مینی اکسترنال، پس از انجام استئومی با saw صورت پذیرفت و در گروه سوم نیز افزایش طول از طریق فیکساتور مینی اکسترنال پس از استئومی از «pre-drilled

در سال ۲۰۱۵، جونز و همکاران در یک مطالعه مروری به بررسی روش‌های درمان مختلف براکی متاتارسیا پرداختند و روش تک مرحله‌ای گرافت استخوانی را با دیسترکشن کالوس، و همچنین روش ترکیبی مقایسه کردند. در بین این سه روش، بیشترین میزان عوارض (چه ماژور چه مینور) متعلق به روش دیسترکشن کالوس (۵۲٪ بیماران عارضه دار شدند) و روش ترکیبی بود و کمترین هم متعلق به روش تک مرحله‌ای افزایش طول (۱۹٪ بیماران) بود^(۱۳). شایعترین عارضه، خشکی مفصل MTPJ و نیمه‌دررفتگی متاتارس بود. اخیراً روش جدیدی برای کاهش این عارضه توصیه شده که شامل قرار دادن یک نصفه‌پین اضافی در فالنکس پروگزیمال با متاتارس کوتاه می‌باشد^(۱۱). این مقاله با وجود این عوارض، روش کالوس دیسترکشن را دارای برتری نسبی دانسته است، چرا که به افزایش طول بیشتری در استخوان منجر می‌شود.

بر خلاف گستره زیاد عارضه‌های مورد انتظار، در سری بیماران مورد مطالعه ما هیچ گونه تأخیر رشدی مشاهده نشد و بر خلاف آن رشد استخوانی زودرس در یک مورد مشاهده شد، که به نظر می‌رسد به دلیل میزان کم افزایش طول یا به دلیل استئوتومی با پین باشد.

شکل ۲: بیمار شماره سه



بهبود استخوان‌سازی و تشکیل سریع‌تر کالوس استخوانی شود. به بیماران اجازه داده شده بود تا چند روز پس از عمل در حد تحمل وزن بر روی پای خود راه بروند که تأثیر زیادی بر روی کاهش ادم بافتی داشته است.

همچنین در مطالعه Fusini و همکاران در سال ۲۰۱۷، جمعاً ۱۳ پای براکی‌متاتارسیا تحت جراحی به روش استئومی دیافیز پرکوتانئوس از طریق مینی‌بار و فیکساتور خارجی انجام شد. میانگین افزایش طول ۱۷/۴۶ میلی‌متر بود که با مطالعه ما سازگاری داشت. همچنین محققان این مطالعه بیان کردند که این روش نسبت به جراحی‌های چند مرحله‌ای دارای طول مدت درمان مشابه و رضایت‌مندی بیشتر بیمار است^(۱۰).

با توجه به ماهیت نادر بودن این بیماری، اطلاعات کاملی در دست نیست که بدانیم کدام روش جراحی مناسب‌تر از سایر روش‌ها است.

مطالعه ما نتایج سایر بررسی‌ها را از نظر زمان و میزان افزایش طول به اثبات رساند و نتایج تقریباً یکسانی به دست آمد. با این حال، درصد افزایش طول که بیش از سایر مطالعات بود شاید نشان‌دهنده آن باشد که انجام عمل جراحی در سنین کمتر به نفع بیماران باشد و همچنین استفاده از پین که رشد در راستای

holes» صورت گرفت. نتایج برای ۱۱٪ از گروه اول، ۱۳٪ از گروه دوم و صفر درصد از گروه سوم ناراضی‌کننده بود. به دلیل بروز عوارض، عمل جراحی مجدد بر روی ۲۰ پا صورت گرفت. این عوارض شامل خشکی (۷ عدد، در تمام گروه‌ها)، شکست در تشکیل استخوان (۴ عدد، در گروه saw)، ماسراسیون پوستی (۴ عدد، در گروه bone-graft)، انحراف از محور (۴ عدد، در گروه bone-graft و گروه saw) و شکستگی فیکساتور خارجی (۱ عدد، گروه saw) دیده شد. که این عوارض در مطالعه ما، به جز موارد خفیفی از اسکار پوستی، مشاهده نشد، همچنین در مقاله مشابه Fuiano و همکاران در سال ۲۰۱۹، این عوارض را تجربه نکردند^(۱۵).

در یک گزارش مورد دیگر در سال ۲۰۱۳، یک بیمار ۱۶ ساله با براکی‌متاتارسیا تحت درمان با **engthening scarf** osteotomy held with an Omnitech روش اجازه یک مرحله افزایش طول را از طریق انسزیون منفرد با **graft incorporation** در ۶ هفته فراهم کرد^(۱۶).

در این مطالعه استفاده از پین می‌تواند مرتبط با یک افزایش تکه‌های استخوانی در محل استئوتومی باشد که این اتفاق براساس مطالعه Bastos Filho و همکارانش^(۱۷) می‌تواند باعث

شکل ۳: بیمار شماره چهار



نتیجه‌گیری

با وجود محدودیت‌های این مطالعه، می‌توان نتیجه گرفت افزایش طول متاتارس به روش **lengthening over the pin** یک روش جراحی مؤثر برای متاتارس چهارم است. کامپلیکیشن‌های دیگر همچون تأخیر رشد و سفت شدن مفاصل مشاهده نشده است و مجموع عوارض (از قبیل ضایعات محدود پوستی) قابل قبول بوده است. لذا روش پین‌گذاری همراه با کشش «**lengthening over the pin**» به عنوان یک روش قابل ارزش و مؤثر می‌تواند به عنوان یک روش آلترناتیو مطرح شود.

غیرطبیعی را به صفر رساند نشان‌دهنده برتری این روش نسبت به سایر روش‌ها است. با توجه به پین‌گذاری در راستای طولی متاتارس چهارم در بیماران، هیچ‌گونه انحراف از محور مشاهده نشد.

جهت بررسی‌های بیشتر پیشنهاد می‌شود مطالعه‌ای آینده‌نگر انجام شود که در آن عوامل مختلف و مؤثر بر شکست را می‌سنجد.

منابع

- Hamada M, Sakamoto Y, Nagasao T, Kishi K. Treatment of complications after distraction osteogenesis for brachymetatarsia of the fourth metatarsal. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2016;4(7):e817.
- Barbier D, Neretin A, Journeau P, Popkov D. Gradual metatarsal lengthening by external fixation: A new classification of complications and a stable technique to minimize severe complications. *Foot Ankle Int*. 2015;36(11):1369-77.
- Cordoba-Fernandez A, Vera-Gomez ML. Literature review on brachymetatarsia. *Orthop Nurs*. 2018;37(5):292-302.
- Giannini S, Faldini C, Pagkrati S, Miscione MT, Luciani D. One-stage metatarsal lengthening by allograft interposition: A novel approach for congenital brachymetatarsia. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468(7):1933-42.
- Iida N, Watanabe A. A new surgical procedure for brachymetatarsia by a hydroxyapatite graft. *Eur J Plast Surg*. 2013;36(1):41-4.
- Kim JS, Baek GH, Chung MS, Yoon PW. Multiple congenital brachymetatarsia. A one-stage combined shortening and lengthening procedure without iliac bone graft. *J Bone Joint Surg Br*. 2004;86(7):1013-5.
- Kumar P, Pillai A, Bate JA, Henry J. Distraction osteogenesis for brachymetatarsia using initial circular fixator and early trans-fixation metatarsal K-wires-a series of three cases. *J Surg Case Rep*. 2018;2018:rjy269.
- Kim HT, Lee SH, Yoo CI, Kang JH, Suh JT. The management of brachymetatarsia. *J Bone Joint Surg Br*. 2003;85(5):683-90.
- Masada K, Fujita S, Fuji T, Ohno H. Complications following metatarsal lengthening by callus distraction for brachymetatarsia. *J Pediatr Orthop*. 1999;19(3):394-7.
- Fusini F, Langella F, Catani O, Sergio F, Zanchini F. Mini-invasive treatment for brachymetatarsia of the fourth ray in females: Percutaneous osteotomy with mini-burr and external fixation-a case series. *J Foot Ankle Surg*. 2017;56(2):390-4.
- Lamm BM. Percutaneous distraction osteogenesis for treatment of brachymetatarsia. *J Foot Ankle Surg*. 2010;49:197-204.
- Jones MD, Pinegar DM, Rincker SA. Callus Distraction versus single-stage lengthening with bone graft for treatment of brachymetatarsia: A systematic review. *J Foot Ankle Surg*. 2015;54:927-31.
- Ibrahim T, Beiri A, Azzabi M, Best AJ, Taylor GJ, Menon DK. Reliability and validity of the subjective component of the American Orthopaedic Foot and Ankle Society clinical rating scales. *J Foot Ankle Surg*. 2007;46(2):65-74.
- Fuiano M, Mosca M, Caravelli S, Di Liddo M, Grassi A, Majumdar A, et al. Callus distraction with external fixator for the treatment of congenital brachymetatarsia of the fourth ray. *Foot Ankle Surg*. 2019. [In Press]
- Lee WC, Yoo JH, Moon JS. Lengthening of fourth brachymetatarsia by three different surgical techniques. *J Bone Joint Surg Br*. 2009;91(11):1472-7.
- Desai A, Lidder S, A RA, S SR, A DS. Brachymetatarsia of the fourth metatarsal, lengthening scarf osteotomy with bone graft. *Orthop Rev (Pavia)*. 2013;5:e21.
- Bastos Filho R, Lermontov S, Borojevic R, Schott PC, Gameiro VS, Granjeiro JM. Cell therapy of pseudarthrosis. *Acta Ortop Bras*. 2012;20:270-3.