تأثیر پد متاتارسال بر فشار کف پایی ناحیه سرپنجه افراد مبتلا به نوروپاتی محیطی ناشی از دیابت: کارآزمایی بالینی متقاطع تصادفی

محمد جعفرپیشه[۱]، ابراهیم صادقی دمنه[۲]، نیلوفر فرشته‌نژاد[۳]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: یکی از روش‌های کاهش فشار بر سطح کف پا جهت جلوگیری از زخم ناشی از دیابت، استفاده از کفی طبی است. هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی اثرات استفاده از ساپورت قوس عرضی پا (پد متاتارسال) بر فشارهای وارد بر ناحیه پنجه پا بود.

مواد و روش‌ها: در این کارآزمایی بالینی متقاطع تصادفی، ۱۸ داوطلب (۵ زن و ۱۳ مرد) دچار نوروپاتی محیطی ناشی از دیابت شرکت کردند. فشار وارد آمده بر کف پای افراد در حین راه رفتن، با استفاده از یک صفحه ثبت فشار در سه حالت تصادفی پای برهنه، دارونما و پد متاتارسال اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های مکرر تجزیه و تحلیل گردید.

یافته‌ها: پد متاتارس در مقایسه با پای برهنه و دارونما، باعث کاهش معنی‌دار میانگین فشار وارد آمده بر پنجه در فاز استانس راه رفتن شد ($P < ۰/۰۰۱$). همچنین، پد متاتارس در مقایسه با پای برهنه و دارونما، میزان انتگرال نیرو- زمان را در ناحیه پنجه به طور معنی‌داری کاهش داد ($P < ۰/۰۰۱$). اختلاف معنی‌داری در اندازه انتگرال فشار- زمان کل سطح کف پا بین حالات مختلف مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: پد متاتارس می‌تواند از طریق انتقال فشار به نواحی دیگر (میدفوت)، میزان فشار وارد آمده بر پنجه را کاهش دهد. به نظر می‌رسد که استفاده از برجستگی پد متاتارسال بتواند در پیشگیری از زخم پنجه پای افراد مبتلا به دیابت مؤثر باشد.

کلید واژه‌ها: پای دیابتی، نوروپاتی محیطی، فشار کف پایی، پد متاتارس

ارجاع: جعفرپیشه محمد، صادقی دمنه ابراهیم، فرشته‌نژاد نیلوفر. **تأثیر پد متاتارسال بر فشار کف پایی ناحیه سرپنجه افراد مبتلا به نوروپاتی محیطی ناشی از دیابت: کارآزمایی بالینی متقاطع تصادفی.** پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۴؛ ۱۱ (۶): ۴۱۲-۴۰۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۶/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۵

مقدمه

شایع‌ترین علت قطع عضو در افراد مبتلا به دیابت، ایجاد زخم در کف پا است (۱). زخم کف پا در ۱۵ درصد افراد مبتلا به این بیماری اتفاق می‌افتد (۲). مهم‌ترین عامل ایجاد زخم در پای دیابتی، آسیب اعصاب (نوروپاتی) محیطی می‌باشد (۱). نوروپاتی محیطی با اثر منفی بر عملکرد سلول‌های شوان، مانع ساخت میلین رشته‌های عصبی می‌شود و در نتیجه، هدایت عصبی را مختل می‌کند (۳). همچنین، دیابت با اختلال در عملکرد مویرگ‌های تغذیه کننده بافت‌ها، سبب ایسکمی در اعصاب محیطی و بافت‌های همبند سیستم عصبی- عضلانی می‌گردد (۴). نوروپاتی محیطی می‌تواند هر سه رشته اعصاب حسی، حرکتی و اتونوم پا را درگیر نماید (۵) و در کنار تخریب رشته‌های کلاژن، به ساختار و عملکرد پا آسیب برساند (۳). درگیری اعصاب حرکتی منجر به بر هم خوردن تعادل عضلات کف پایی و بروز دفورمیتی (بدشکلی) در انگشتان پا می‌شود (۶).

در رایج‌ترین دفورمیتی که انگشت چنگکی (Claw toe) نامیده می‌شود (۶، ۳)، تغییر وضعیت مفاصل متاتارسوفالنژیال به سمت هایپراکستنشن، پد چربی این ناحیه را به سمت دیستال جابه‌جا می‌کند و پوشش بافت نرم زیر سر استخوان‌های کف پایی را کاهش می‌دهد (۷) و به همین دلیل، بافت نرم زیر سر متاتارس‌ها شایع‌ترین محل جهت بروز زخم‌های ناشی از دیابت است (۸، ۷). همچنین، نوروپاتی می‌تواند با درگیر ساختن اعصاب اتونوم، عملکرد غدد چربی، عرق و مکانیسم تنظیم دمای پوست را دچار اختلال کند که پیامد آن، کاهش انعطاف‌پذیری پوست خواهد بود (۹). از سوی دیگر، باید در نظر داشت که با بروز اختلالات حسی در سطح کف پا، فرد مبتلا به دیابت بازخورد حسی کافی برای جابه‌جایی و انتقال نیرو از مناطق تحت فشار کف پای خود را نخواهد داشت (۴، ۳). بنابراین، خطر ایجاد زخم ناشی از فشار بر کف پای این افراد افزایش می‌یابد.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه ارتوپدی فنی، دانشکده علوم توان‌بخشی، کمیته تحقیقات دانشجویی توانبخشی (تریتا)، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۲- استادیار، مرکز تحقیقات اختلالات اسکلتی و عضلانی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۳- کارشناس ارشد، مرکز تحقیقات اختلالات اسکلتی و عضلانی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
نویسنده مسؤول: ابراهیم صادقی
Email: sadeghi@rehab.mui.ac.ir

اساسی‌ترین اقدام جهت پیشگیری یا درمان زخم دیابتی در کف پا، کاهش فشار از مناطق تحت فشار است (۲). از جمله مداخلاتی که جهت کاهش فشار در ناحیه کف پا انجام می‌گیرد، استفاده از کفی‌های طبی می‌باشد (۱۱، ۱۰). بنابراین، در طراحی کفی‌ها به کاهش فشار از زیر سر متاتارس‌ها (ناحیه سرپنجه پا) توجه خاصی می‌شود. رایج‌ترین ساختار برجسته مورد استفاده برای کاهش فشار بر روی سر متاتارس‌ها، پد متاتارسال است که جهت حمایت از ساختار قوس عرضی کف پا استفاده می‌شود (۱۲). قرار گرفتن این پد زیر استخوان‌های متاتارس، می‌تواند از فشرده شدن سر برجسته متاتارس‌ها به سطح زیرین جلوگیری کند (۱۲). بافت نرم در بدن انسان یک بافت ویسکوالاستیک محسوب می‌شود و رفتار آن در برابر نیروهای وارد شده علاوه بر اندازه نیرو، به مدت زمان اعمال نیرو نیز بستگی دارد (۱۳). بنابراین، یک مداخله مؤثر جهت کاهش فشار، نه تنها باید مؤلفه‌های نیرو، بلکه مدت زمان اعمال نیرو بر بافت آسیب‌پذیر را نیز کاهش دهد. از جمله متغیرهایی که در مطالعات پیشین برای بررسی تأثیر هم‌زمان مداخلات بر دو عامل فشار و زمان استفاده شده است، انتگرال فشار- زمان و انتگرال نیرو- زمان می‌باشد (۱۳).

در تمام مطالعاتی که تأثیر پد متاتارسال را در پای بیماران مبتلا به دیابت دارای نوروپاتی محیطی بررسی کرده‌اند، پد متاتارس به عنوان یک برجستگی نصب شده بر روی کفی طبی ارزیابی شده است (۱۲). در این حالت، ساختار و جنس لایه‌های دیگر کفی طبی (به غیر از پد متاتارسال)، ممکن است اثر مخدوش کننده‌ای بر اندازه‌گیری‌ها و تعیین میزان تأثیر این پد بر کف پا داشته باشد. با وجود تأکید بر تأثیر این مداخله در کاهش فشار بر ناحیه سرپنجه، در مرور مطالعات هیچ مطالعه‌ای که تأثیر پد متاتارسال را به صورت مجزا و بدون نصب بر روی کفی طبی بررسی‌کرده باشد، وجود نداشت (۱۲). ایراد وارده به مطالعات قبلی، روش اندازه‌گیری نیروهای وارد بر سر متاتارس‌ها می‌باشد. برای اندازه‌گیری فشار در گزارش‌های قبلی، از سنسورهای داخل کفش استفاده شده بود (۱۳) که بین کفی طبی کاهنده فشار (و دارای پد متاتارسال) و سطح داخلی کفش قرار می‌گرفت. با در نظر گرفتن جنس تخت کفشی که بین کف پا و زمین حایل می‌شود، ممکن است بخشی از نیروهای عکس‌العمل سطح، قبل از اندازه‌گیری توسط سنسور به واسطه کفش جذب شده باشد. در بررسی متون پیشین، مطالعه‌ای یافت نشد که نیروهای وارد بر سر پنجه را به صورت مستقیم (در حین استفاده از پد متاتارس) بررسی کرده باشد. در مطالعه حاضر سعی شد تا با در نظر گرفتن ایرادات و عوامل مخدوش کننده مطالعات قبلی و با اندازه‌گیری مستقیم‌تر، به بررسی استفاده از پد متاتارس بر روی اندازه و زمان اعمال فشار وارد شده بر پنجه افرد مبتلا به دیابت دارای نوروپاتی محیطی پرداخته شود. هدف از انجام این مطالعه، بررسی اثر استفاده از پد متاتارس در کاهش فشار کف پایی ناحیه پنجه افراد مبتلا به دیابت دچار نوروپاتی محیطی بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه یک کارآزمایی بالینی تصادفی با حالات متقاطع بود. ۱۸ شرکت کننده برای انجام پژوهش در نظر گرفته شد (۱۲). نمونه‌گیری به روش آسان صورت گرفت و شرکت کنندگان از افراد در دسترس و مراجعه کننده به مراکز مراقبت پای دیابتی اصفهان انتخاب شدند. بر اساس پرونده، داوطلبانی که مبتلا به دیابت نوع ۲ و دارای اختلال حسی در کف پا بودند، برای شرکت در مطالعه فراخوانده شدند. افراد دارای زخم باز کف پا یا سابقه شکستگی در ساق و کف پا از مطالعه خارج شدند. مطالعه در تابستان سال ۱۳۹۴ و در مرکز تحقیقات اختلالات اسکلتی و عضلانی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان انجام گرفت. قبل از جمع‌آوری داده‌ها، مجوزهای پژوهشی و کدهای اخلاقی از دانشگاه علوم پزشکی اصفهان اخذ گردید.

پد متاتارسال به صورت اشکی، از جنس لاستیک اسفنجی و با بهره‌گیری از تکنولوژی طراحی و ساخت کامپیوتری (CAD/CAM یا Computer-aided design and computer-aided manufacturing) تهیه شد. برای تعیین ابعاد پد متاتارسال، از روش ارایه شده توسط Lee و همکاران استفاده گردید (۱۲). بر این اساس، مدل مجازی پد متاتارسال در نرم‌افزار Rhino (Rhinoceros 4.0, Mcneel Inc., Seattle, USA) طراحی شد. ۳۰ درصد طول کف پای هر فرد برای طول پد و ۶۰ درصد عرض ناحیه متاتارس برای عرض پد پای هر فرد محاسبه گردید. پدها به وسیله دستگاه CNC و با دقت ۰/۳ میلی‌متر از بلوک فوم متراکم (با درجه سختی حدود ۴۰ Shore) تراش خورد و جهت استفاده آماده شد.

فشار کف پا توسط یک صفحه ثبت فشار (PT Scan، شرکت پایا فن‌آوران فردوس، مشهد، ایران) به ابعاد ۵۰ × ۵۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری گردید. روایی و پایایی این وسیله پیش‌تر توسط آزمایشگاه مرجع دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تهران (شماره ۲۶۹۲/۴۰۰ مورخ ۱۳۹۳/۷/۱۴) تأیید شده بود. پس از اخذ رضایت‌نامه کتبی، قد و وزن شرکت کنندگان اندازه‌گیری شد. سپس وضعیت حسی کف پا توسط مونوفیلامان ۱۰ گرمی بررسی گردید (۱۴). پس از توضیحات آزمونگر، به داوطلب اجازه داده می‌شد طی چندین مرتبه تمرین، با محیط و انجام آزمون‌ها سازگاری پیدا کند. ترتیب ارایه مداخلات به صورت تصادفی (از طریق قرعه) بود. هر مرحله تست با سه حالت مداخله‌ای شامل حالت کنترل (پای برهنه)، تسمه‌کشی به پهنای ۵ سانتی‌متر (دارونما) و پد متاتارسال که توسط همان تسمه‌کشی کف پا قرار می‌گرفت، انجام شد (شکل ۱). جهت ثبت فشارهای وارد بر کف پا، فرد با سرعت دلخواه در یک مسیر ۵ متری راه می‌رفت و در میانه مسیر پای غالب خود را روی صفحه ثبت فشار قرار می‌داد. جهت کاهش خطای اندازه‌گیری، هر آزمون سه بار تکرار شد و میانگین اندازه‌گیری‌ها جهت تحلیل آماری استفاده گردید. جهت پردازش فشار، سطح تماس کف پا به سه ناحیه قدامی، میانی و خلفی تقسیم‌بندی شد. برای مرزبندی سطح کف پا، ۴۰ درصد قدامی طول کف پا به عنوان پنجه (Forefoot) تعریف گردید (شکل ۱) (۶). بر اساس خروجی‌های دستگاه، چهار متغیر شامل حداکثر فشار کف پایی، میانگین فشار کف پایی، انتگرال نیرو- زمان و انتگرال فشار- زمان توسط نرم‌افزار Matlab (MATLAB R2013b, Ntick Inc, Massachusetts, USA) محاسبه و ثبت شد. جهت تجزیه و تحلیل آماری از اطلاعات مربوط به پای غالب هر فرد استفاده گردید.

به منظور مقایسه حالات مداخله در هر یک از متغیرهای مطالعه، آزمون آماری تحلیل واریانس با اندازه‌های مکرر مورد استفاده قرار گرفت. پیش از انجام آزمون‌های تحلیلی، نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون Shapiro-Wilks، یکنواختی واریانس داده‌ها با استفاده از آزمون کرویت و عدم تأثیر توالی زمانی با استفاده از آزمون Mauchly تأیید شد. داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۷ (version 17, SPSS Inc., Chicago, IL) در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

شکل ۱. توزیع فشارهای کف پا در حالت دارونما (الف) در مقایسه با پد متاتارس (ب)

یافته‌ها

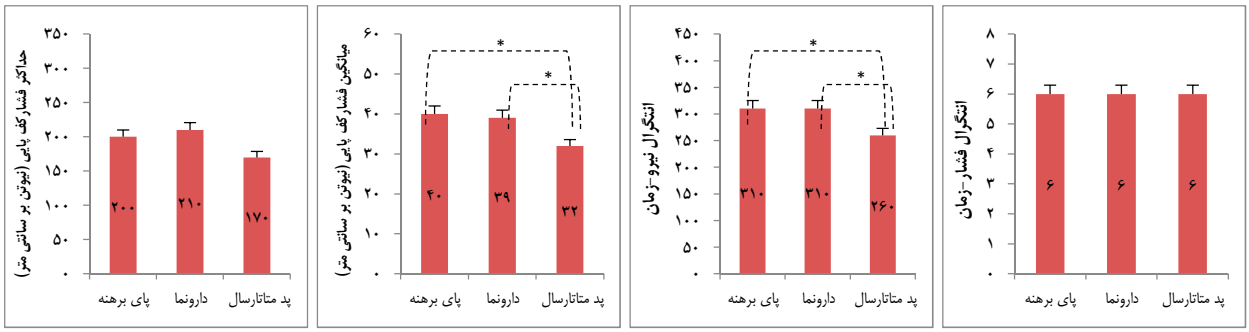
شرکت کنندگان مطالعه ۱۸ نفر (۱۳ مرد و ۵ زن) با میانگین سنی ۹/۳ ± ۵۵/۴ سال، میانگین قد ۰/۱ ± ۱/۶۸ متر، میانگین وزن ۱۴/۱ ± ۷۷/۵ کیلوگرم و میانگین شاخص توده بدنی ۴/۵ ± ۲۷/۲ متر مربع بر کیلوگرم بودند. یافته‌ها کاهش معنی‌داری را در متغیرهای مقدار و زمان اعمال نیرو بر سرپنجه در اثر استفاده از پد متاتارسال نشان داد. اطلاعات توصیفی مقادیر متغیرهای فشار کف پایی در حالات مختلف در نمودار ۱ ارایه شده است. جهت مقایسه دو به دوی گروه‌ها در تحلیل آماری، از پس‌آزمون Bonferroni استفاده گردید که نتایج آن در جدول ۱ آمده است.

بحث

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، استفاده از پد متاتارس در کف پا، منجر به کاهش بارگذاری بر روی ناحیه سرپنجه می‌شود. این کاهش بارگذاری از طریق کاهش میانگین فشار اعمال شده و همچنین، کوتاه شدن زمان بارگذاری بر پنجه در مرحله استانس راه رفتن حاصل می‌گردد. با توجه به این که میزان فشار اعمال شده بر کل سطح کف پا در شرایط مختلف مطالعه بدون تغییر مانده، می‌توان نتیجه گرفت که پد متاتارس با انتقال بخشی از فشار به ناحیه میدفوت، از میزان بارگذاری روی پنجه کاسته است.

مطالعات متعددی در زمینه تأثیر مداخلات ارتزی و استفاده از کفی‌های کاهش فشار و پد متاتارسال صورت گرفته است (۱۲). این مطالعات گاهی بر محل قرارگیری پدها متمرکز بوده (۱۵) و گاهی نیز تأثیر روش ساخت را بر کارایی ارتز مورد توجه قرار داده‌اند (۱۱). علاوه بر این موارد، با در نظر گرفتن تنوع در روش‌های اندازه‌گیری، عوامل متعددی می‌تواند بر کارایی این مداخلات اثرگذار باشد. بررسی حاضر با هدف اثبات تأثیر (Proof-of-concept) مداخله و بر اساس «دستورالعمل شورای تحقیقات بریتانیا برای مداخلات پیچیده» (۱۶) طراحی شد. در این روش، اجزای زیربنایی یک مداخله چندوجهی ابتدا به صورت مجزا، کوتاه‌مدت و بر روی تعداد نمونه کم بررسی می‌گردد و در صورت تأیید تأثیر، مداخلات در ابعاد وسیع‌تر (تعداد اجزا، حجم نمونه و زمان بررسی) دنبال می‌شود.

اهمیت اندازه‌گیری فشار کف پا در این مطالعه از آن جهت بود که افزایش این متغیر در افراد دچار نوروپاتی دیابت، خطر زخم شدن کف پا را ۳ تا ۴ برابر افزایش می‌دهد (۸). این متغیر در مطالعه حاضر به دو صورت اندازه‌گیری و گزارش شد. حداکثر فشار کف پایی، یک اندازه نقطه‌ای می‌باشد، اما میانگین فشار، معدل فشارهای وارد شده بر تمام نقاط ناحیه پنجه است. بر خلاف نتایج تحقیقات پیشین (۱۷)، مداخله بررسی شده نتوانست حداکثر فشار نقطه‌ای را به



نمودار ۱. مقایسه متغیرهای حداکثر فشار پنجه، میانگین فشار پنجه، انتگرال نیرو- زمان فشار پنجه و انتگرال فشار- زمان در کل پا در حالات مختلف

*وجود اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۰/۰۵

جدول ۱. مقایسه دو به دوی متغیرها در شرایط مداخلاتی مطالعه

مقایسه شرایط		حداکثر فشار کف پا (نیوتن بر سانتی‌متر مربع)	میانگین فشار کف پا (نیوتن بر سانتی‌متر مربع)	انتگرال فشار- زمان	انتگرال نیرو- زمان
پای برهنه- دارونما	میانگین اختلاف	۶/۸۷	۰/۴۴۸	-۰/۰۵۵	-۱/۶۱
	سطح معنی‌داری	> ۰/۹۹۹	> ۰/۹۹۹	> ۰/۹۹۹	> ۰/۹۹۹
پای برهنه- پد متاتارسال	میانگین اختلاف	۲۶/۱۱	۷/۵۶	۰/۰۱۲	۴۹/۳۵
	سطح معنی‌داری	۰/۰۵۷	< ۰/۰۰۱*	> ۰/۹۹۹	< ۰/۰۰۱*
دارونما- پد متاتارسال	میانگین اختلاف	۳۲/۹۸	۷/۱۱	۰/۰۶۷	۵۰/۹۶
	سطح معنی‌داری	۰/۱۴۰	< ۰/۰۰۱*	> ۰/۹۹۹	< ۰/۰۰۱*

*وجود اختلاف معنی‌دار آماری در مقایسه‌ها

صورت معنی‌داری کاهش دهد. یکی از علل احتمالی این امر ممکن است وجود بافت کالوس در پنجه برخی از شرکت کنندگان این مطالعه باشد. کالوس بافت خشکی است که به علت عدم دارا بودن خاصیت ارتجاعی، می‌تواند موجب تجمع فشار موضعی و انتقال آن به صفحه اندازه‌گیری فشار شود (۹). از آن‌جایی که صفحه ثبت فشار تنها مؤلفه عمودی فشار را گزارش می‌نمود، بررسی این فرضیه با داده‌های موجود مقدور نشد. در تأیید نتایج مطالعات قبلی (۱۸)، پد متاتارس به عنوان مداخله کاهنده فشار، موجب کاهش انتگرال زمان- فشار شده است. تفسیر بالینی این نتایج بیان می‌کند که میانگین فشار کمتری در زمان کوتاه‌تری به پنجه وارد می‌شود که می‌تواند خطر بروز زخم را کاهش دهد. مطالعات اخیر (۱۲) نشان داده است که در غیاب اندازه‌های حداکثر فشار و میانگین فشار کف پایی و انتگرال فشار- زمان، متغیر انتگرال نیرو- زمان به تنهایی معیار مناسب‌تری برای ارزیابی تأثیر یک مداخله بر فشار کف پایی است.

نتیجه‌گیری

استفاده از پد متاتارس در افراد مبتلا به نوروپاتی محیطی ناشی از دیابت، موجب کاهش بارگذاری روی پنجه پا در حین راه رفتن شد. با توجه به تأثیرات کاهش فشار از روی پنجه، استفاده از این پد می‌تواند اقدام مفیدی در جلوگیری از زخم کف پای افراد مبتلا به دیابت دچار نوروپاتی محیطی تلقی شود.

محدودیت‌ها

در مطالعه حاضر تنها اثرات آنی استفاده از پد متاتارس بررسی شد. با توجه به فراهم بودن فرصت استراحت بین آزمون‌ها و این واقعیت که غیر از پد متاتارس، بقیه حالات (شاهد و دارونما) نمی‌توانست تغییری فیزیکی بر الگوی توزیع فشار کف پا ایجاد کند، می‌توان احتمال تعامل مداخلات بر هم را ناچیز در نظر گرفت. با توجه به محدود بودن زمان، در تعمیم نتایج کوتاه‌مدت مطالعه حاضر به برنامه‌های درمانی طولانی مدت، باید احتیاط لازم صورت گیرد. همچنین، اثرات این مداخله تنها در راه رفتن با پای برهنه روی سطح صاف اندازه‌گیری شد؛ در صورتی که ممکن است در زندگی روزمره کف پای فرد در معرض فشارهای متفاوت‌تری قرار گیرد و یا این که هنگام پوشیدن پای‌افزار، الگوی توزیع فشار بر کف پا دستخوش تغییرات گردد.

پیشنهادها

پد متاتارس استفاده شده، از لاستیک اسفنجی متراکم تهیه شده بود تا از فشردگی و تغییر شکل پد در حین راه رفتن جلوگیری شود، اما استفاده از لاستیک سخت در ارتزهای پا برای توزیع فشار مناسب نمی‌باشد (۱۹). عدم توزیع مناسب فشار در مواد سخت ممکن است مشکلاتی را در استفاده طولانی از پد ایجاد کند. مشخص کردن عوارض جانبی و یا مقایسه کارایی جنس‌های مختلف (سخت، نیمه سخت و نرم) می‌تواند موضوع تحقیقات بعدی باشد.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر حاصل پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد رشته ارتوپدی فنی می‌باشد و منابع مالی آن از طریق طرح تحقیقاتی به شماره ۳۹۴۳۵۱ دانشگاه علوم پزشکی اصفهان تأمین شد.

References

1. Abbott CA, Vileikyte L, Williamson S, Carrington AL, Boulton AJ. Multicenter study of the incidence of and predictive risk factors for diabetic neuropathic foot ulceration. Diabetes Care 1998; 21(7): 1071-5.
2. Bus SA. Priorities in offloading the diabetic foot. Diabetes Metab Res Rev 2012; 28(Suppl 1): 54-9.
3. Dyck PJ, Giannini C. Pathologic alterations in the diabetic neuropathies of humans: A review. J Neuropathol Exp Neurol 1996; 55(12): 1181-93.
4. Paterson R, Hunter A. Management of diabetic and other high risk patients. In: Neale D, Adams IM, editors. Common foot disorders: diagnosis and management: A general clinical guide. London, UK: Churchill Livingstone; 1989. p. 171-83.
5. Rahman MA, Aziz Z, Rajendra Acharya U, Ha TP, Kannathal N, Ng EY, et al. Analysis of plantar pressure in diabetic type 2 subjects with and without neuropathy. ITBM-RBM 2006; 27(2): 46-55.
6. Guiotto A, Sawacha Z, Guarneri G, Cristoferi G, Avogaro A, Cobelli C. The role of foot morphology on foot function in diabetic subjects with or without neuropathy. Gait Posture 2013; 37(4): 603-10.
7. Bus SA, Maas M, Cavanagh PR, Michels RP, Levi M. Plantar fat-pad displacement in neuropathic diabetic patients with toe deformity: A magnetic resonance imaging study. Diabetes Care 2004; 27(10): 2376-81.
8. Veves A, Murray HJ, Young MJ, Boulton AJ. The risk of foot ulceration in diabetic patients with high foot pressure: a prospective study. Diabetologia 1992; 35(7): 660-3.
9. Hanna W, Friesen D, Bombardier C, Gladman D, Hanna A. Pathologic features of diabetic thick skin. J Am Acad Dermatol 1987; 16(3 Pt 1): 546-53.
10. Paton J, Bruce G, Jones R, Stenhouse E. Effectiveness of insoles used for the prevention of ulceration in the neuropathic diabetic foot: A systematic review. J Diabetes Complications 2011; 25(1): 52-62.
11. Zequera ML, Solomonidis S. Performance of insole in reducing plantar pressure on diabetic patients in the early stages of the disease. Proceedings of the 2010 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC 2010); 2010 Aug 31-Sep 4; Buenos Aires, Argentina.
12. Lee PY, Landorf KB, Bonanno DR, Menz HB. Comparison of the pressure-relieving properties of various types of forefoot pads in older people with forefoot pain. J Foot Ankle Res 2014; 7(1): 18.
13. Bus SA, Waaijman R. The value of reporting pressure-time integral data in addition to peak pressure data in studies on the diabetic foot: A systematic review. Clin Biomech (Bristol, Avon) 2013; 28(2): 117-21.
14. Feng Y, Schlosser FJ, Sumpio BE. The Semmes Weinstein monofilament examination as a screening tool for diabetic peripheral neuropathy. J Vasc Surg 2009; 50(3): 675-82, 682.

15. Hsi WL, Kang JH, Lee XX. Optimum position of metatarsal pad in metatarsalgia for pressure relief. Am J Phys Med Rehabil 2005; 84(7): 514-20.
16. Craig P, Dieppe P, Macintyre S, Michie S, Nazareth I, Petticrew M. Developing and evaluating complex interventions: the new Medical Research Council guidance. BMJ 2008; 337: a1655.
17. Keijsers NL, Stolwijk NM, Pataky TC. Linear dependence of peak, mean, and pressure-time integral values in plantar pressure images. Gait Posture 2010; 31(1): 140-2.
18. Mueller MJ, Zou D, Lott DJ. "Pressure gradient" as an indicator of plantar skin injury. Diabetes Care 2005; 28(12): 2908-12.
19. Charanya G, Patil KM, Narayanamurthy VB, Parivalavan R, Visvanathan K. Effect of foot sole hardness, thickness and footwear on foot pressure distribution parameters in diabetic neuropathy. Proc Inst Mech Eng H 2004; 218(6): 431-43.

The Effects of Metatarsal Pad on Plantar Pressure of the Forefoot in Individuals with Diabetic Peripheral Neuropathy: A Randomized Crossover Study

Mohammad Jafarpisheh[1], Ebrahim Sadeghi-Demneh[2], Niloufar Fereshtenejad[3]

Original Article

Abstract

Introduction: Foot insoles are widely used to reduce excessive pressure exerted on the plantar surface of the foot and prevent diabetic foot ulceration. The objective of this study was to investigate the effects of the metatarsal pad on pressure on the forefoot area.

Materials and Methods: This randomized crossover clinical trial was conducted on 18 volunteers (5 women and 13 men) with diabetic peripheral neuropathy. Plantar pressure was recorded while participants walked over a plantar pressure platform in three random conditions of barefoot, with a placebo intervention, and with a metatarsal pad. The processed variables were statistically analyzed using repeated measure one-way ANOVA.

Results: The metatarsal pad caused a significant reduction in mean pressure on the forefoot compared to the barefoot and placebo conditions ($P < 0.001$). The metatarsal pad also significantly reduced the time-pressure integral in the forefoot compared to the barefoot and placebo conditions ($P < 0.001$). There was no significant difference in the time-pressure integral of the total plantar surface between the three conditions.

Conclusion: The metatarsal pad transfers the forefoot load to the midfoot area, thereby, reducing the pressure exerted on the forefoot. This finding implies that using a metatarsal pad can be an effective intervention to prevent diabetic foot ulceration.

Keywords: Diabetic foot, Peripheral neuropathy, Plantar pressure, Metatarsal pad

Citation: Jafarpisheh M, Sadeghi-Demneh E, Fereshtenejad N. **The Effects of Metatarsal Pad on Plantar Pressure of the Forefoot in Individuals with Diabetic Peripheral Neuropathy: A Randomized Crossover Study.** J Res Rehabil Sci 2016; 11(6): 407-12

Received date: 08/09/2015 Accept date: 26/12/2015

1- MSc Student, Department of Prosthetics and Orthotics, School of Rehabilitation Sciences, Student Research Committee of Rehabilitation Students (TREATA), Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
2- Assistant Professor, Musculoskeletal Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
3- Musculoskeletal Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
Corresponding Author: Ebrahim Sadeghi-Demneh, Email: sadeghi@rehab.mui.ac.ir