

## مقایسه تاثیر کفی با روکش پرون با کفی متداول (اتیل وینیل استات) بر نیروی عکس العمل زمین در افراد مبتلا به صافی انعطاف پذیر کف پا

فاطمه خانمحمد<sup>1</sup>، دکتر محمد صادق قاسمی<sup>2</sup>، دکتر حسن جعفری<sup>3</sup>، بهنام حاجی آقایی<sup>4</sup>، دکتر محمد علی سنجری<sup>2</sup>

1- کارشناس ارشد اعضاء مصنوعی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

2- استادیار گروه علوم پایه، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

3- استادیار گروه فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

4- مربی گروه اعضاء مصنوعی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

### چکیده

**زمینه و هدف:** صافی انعطاف پذیر پا یک تغییر شکل شایع اندام تحتانی است، که اغلب بصورت مادرزادی است و با شلی لیگامانی همراه است. این تغییر شکل منجر به مشکلاتی مانند انگشت چکشی، خار پاشنه، التهاب تاندون آشیل، خستگی زود هنگام عضلات در فعالیتهای ورزشی، احساس درد در ساق، زانو و لگن و عدم تعادل پا می شود. یکی از درمانهای متداول برای این بیماران استفاده از کفی های طبی حمایت کننده قوس میباشد. هدف از مطالعه حاضر بررسی میزان تاثیر کفی کامپوزیتی [اتیل وینیل استات و پرون (Poron)] بر نیروی عکس العمل زمین و مقایسه آن با کفی متداول (اتیل وینیل استات) بود.

**روش بررسی:** 52 نفر (14 مرد و 38 زن) با صافی انعطاف پذیر کف پا در محدوده سنی 18 تا 40 سال در این تحقیق شرکت کردند. 26 نفر کفی پرون (اتیل وینیل استات) با روکش پرون) و 26 نفر کفی متداول (اتیل وینیل استات) را دریافت کردند. بعد از ارزیابی، از هر فرد خواسته می شد تا با سرعت طبیعی بر روی دو Force Plate در دو حالت، با کفی مورد نظر و بدون کفی راه برود. سپس از هر فرد خواسته می شد تا کفی را برای چهل ساعت در طی دو هفته استفاده نماید. در این مطالعه مولفه عمودی نیروی عکس العمل زمین در جلسه اول (قبل از مداخله) و دوم (بعد از مداخله) ارزیابی گردید.

**یافته ها:** در هنگام استفاده از کفی با روکش پرون در جلسه دوم در مقایسه با کفش، نیروی برخورد و قله اول ( $F_1$ ) نیروی عکس العمل عمودی به طور چشمگیری افزایش یافت ( $P < 0/05$ ). قله دوم ( $F_2$ ) نیرو با کفی متداول در جلسه دوم در مقایسه با کفش افزایش چشمگیری را نشان داد ( $P < 0/05$ ). قله اول نیرو با کفی متداول در جلسه دوم در مقایسه با جلسه اول کاهش داشت ( $P < 0/05$ ). در مقایسه دو گروه با یکدیگر قبل و بعد از مداخله تفاوت معناداری مشاهده نشد.

**نتیجه گیری:** نتایج حاصل از این مطالعه شبه تجربی نشان داد استفاده از کفی سبب تغییر نیروی عکس العمل عمودی زمین در مقایسه با کفش می شود ولی به کار بردن لایه سیلیکونی پرون بر روی کفی متداول اتیل وینیل استات به تنهایی نمی تواند تاثیر قابل مشاهده ای در کاهش نیروی عکس العمل زمین داشته باشد.

**کلید واژه ها:** صافی انعطاف پذیر کف پا، نیروی عکس العمل زمین، کفی اتیل وینیل استات، کفی با روکش پرون

(وصول مقاله 90/7/23، پذیرش مقاله 90/9/19)

**نویسنده مسئول:** تهران، بلوار میرداماد، میدان مادر، خیابان شاه نظری، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

**Email:** h-jafari@tums.ac.ir

### مقدمه

پا بخش اصلی فعالیت متقابل بدن با زمین است، زیرا سه عملکرد عمده جذب نیروهای برخورد، حفظ تعادل و انتقال نیروهای جلوبرنده را بر عهده دارد (۱،۲). قوس طولی داخلی مهمترین ساختار حمایت کننده پا محسوب می شود، زیرا عملکرد اصلی قوس، جذب نیروهای عکس العمل زمین در هنگام جابجائی است (3، 4). وضعیت غیر طبیعی پا بر اثر کاهش ارتفاع قوس و در نتیجه صاف شدن پا بعنوان یک عامل مستعد کننده و حتی ایجاد کننده اختلال عملکرد پا و اندام تحتانی در نظر گرفته می شود (5). پرونیشن پاتولوژیکی در نتیجه کاهش ارتفاع قوس

طولی داخلی پا دامنه حرکت مفصل را افزایش می دهد و اهرم جلوبرنده لازم برای تکمیل چرخه راه رفتن را کاهش می دهد (6)، بعلاوه می تواند منجر به مشکلات دیگر مانند افتادگی مفاصل (کلاپس)، سفتی تاندون آشیل، شلی لیگامانها، عدم تعادل پا، احساس درد در ساق، زانو و لگن شود و در بزرگسالان نیز ممکن است سبب کوتاهی تاندون آشیل گردد (7-10). پرونیشن بیش از حد پا اغلب به طور موفقیت آمیزی توسط اورتوزهای حمایت کننده قوس طولی داخلی اصلاح می شود. این امر از طریق حمایت قوس طولی داخلی در وضعیتی که وزن بدن

تصادفی به دو گروه 26 نفری تقسیم شدند. گروه اول (18 زن و 8 مرد) کفی متداول و گروه دوم (20 زن و 6 مرد) کفی با روکش پرون را دریافت کردند.

معیارهای ورود به مطالعه برای تمام افراد شامل: 1- عدم استفاده از کفی و اورتوزهای پا تا قبل از آزمون و یا گذشتن حداقل شش ماه از آخرین بار استفاده از کفی، 2- داشتن صافی کف پای انعطاف پذیر تایید شده با عمق سنج، 3- عدم جراحی اندام تحتانی، 4- عدم وجود سایر بیماریهای عضلانی-اسکلتی، 5- عدم بی ثباتی لیگامانی و آسیب مچ پا (برای بررسی عدم بی ثباتی لیگامانی مفصل مچ از دو تست تالار تیلت و تست کشویی قدامی استفاده شد. این مرحله توسط یک فیزیوتراپیست ماهر انجام گردید و مثبت بودن تست معرف آسیب لیگامانی و وارد نشدن فرد به مطالعه بود)، 6- نداشتن اختلاف طول بیشتر از یک سانتی متر در اندام تحتانی. معیارهای خروج از مطالعه شامل، 1- حساسیت فرد به کفی، 2- عدم پوشیدن کفی بطور منظم و حداقل 40 ساعت طی 2 هفته، 3- عدم همکاری و مراجعه فرد در 2 هفته بعد از جلسه اول.

برای افرادی که شرایط شرکت در تحقیق را داشتند قبل از ارزیابی روند کامل آزمون توضیح داده می شد، در صورت تمایل فرد به شرکت در تحقیق، فرم رضایت نامه را تکمیل می نمود.

#### صافی کف پای انعطاف پذیر

برای تعیین صافی کف پا نسبت قوس پای فرد در حالت تحمل وزن محاسبه شد. برای این منظور ارتفاع سطح پشتی پا تا سطح زمین در میانه پا توسط یک عمق سنج با وضوح (رزولیشن) 0/02 اندازه گیری می شد و این اندازه بر طول پا از سطح خلفی پاشنه تا اولین مفصل متاتارسوفالانژیال تقسیم می گردید. اگر عدد بدست آمده 0/275 یا کمتر از آن بود، صاف بودن پای فرد تایید می گردید، در غیر اینصورت فرد از تحقیق خارج می شد. در نهایت برای تعیین انعطاف پذیری از فرد خواسته می شد یک بار در حالت تحمل وزن بایستد و یک مرتبه بر روی نوک پنجه بلند شود. اگر در حالت تحمل وزن قوس طولی داخلی وجود نداشت، اما با ایستادن بر روی نوک پنجه قوس طولی داخلی ظاهر می شد، صافی کف پای فرد انعطاف پذیر بود.

نیروی عکس العمل زمین (Ground Reaction Force:GRF): داده‌های نیروی عکس العمل زمین و جابجایی مرکز فشار در این تحقیق توسط 2 صفحه نیرو به ابعاد 60 در 40 (Bertec 4060-10 force platform آمریکا) جمع آوری شد.

به صورت یکنواخت توسط مفصل تالوکالکانئونایکولار به قوس طولی داخلی و در نهایت استخوان های کف پای و پاشنه منتقل شود، انجام می پذیرد (11).

تاکنون مطالعات زیادی در مورد تاثیر کفی ها بر توزیع فشار سطح پلانتر انجام شده است (21-25)، با این وجود مطالعات کمتری در مورد درک ویژگی نیروی عکس العمل در صورت استفاده از کفی، انجام شده است.

واکد و همکاران (1997) در مورد تاثیر سختی (stiffness) کفی بر مولفه عمودی نیروی عکس العمل زمین به این نتیجه رسیدند که با کاهش سختی کفی، نیروی عکس العمل عمودی زمین افزایش می یابد (12). کرسٹینگ (2006) نیز نشان داد که مولفه داخلی - خارجی با سختی کفی میانی بصورت معکوس تغییر می کند (13). ام سی کا و همکاران (2000) در تحقیقی تاثیر سختی کفی میانی از جنس اتیل وینیل استات را بر نیروی عکس العمل زمین بررسی کردند و تفاوت معناداری ندیدند (14). کولکو و همکاران (2007) نیز به این نتیجه رسیدند که استفاده آنی از کفی سیلیکونی در افراد با صافی کف پا تاثیری در تعدیل نیروهای اعمال شده در پای افراد و داده‌های کینماتیکی ندارد (15). لیونگ و همکاران (1998) در تحقیقی گزارش دادند که کفی یو سی بی ال (UCBL) بر دو مولفه عمودی و قدامی - خلفی نیروی عکس العمل زمین در دو حالت راه رفتن با کفش در مقایسه با کفش با کفی تاثیری ندارد. تنها تفاوت معنادار در مولفه داخلی - خارجی نیروی عکس العمل زمین در مقایسه دو حالت کفش و کفش همراه با کفی مشاهده شده بود (16).

مطالعات بیان شده در بالا به صورت گسترده تاثیر کفی‌های سخت و نرم را با هم مقایسه کرده اند. در این مطالعه ترکیب تاثیر دو کفی اتیل وینیل استات و کفی کامپوزیتی از اتیل وینیل استات و پرون (Poron) بر نیروی عکس العمل زمین مورد بررسی قرار گرفت.

هدف از این پژوهش مقایسه تاثیر کفی با روکش پرون و کفی متداول (اتیل وینیل استات) بر نیروی عکس العمل زمین در افراد مبتلا به صافی انعطاف پذیر کف پا بود.

#### روش بررسی

افراد شرکت کننده

52 نفر (14 مرد و 38 زن) 18 تا 40 سال با میانگین سن 23/44 سال دارای صافی انعطاف پذیر کف پا بعد از معاینه بالینی اندام تحتانی از طریق نمونه گیری غیر احتمالی ساده برای شرکت در این مطالعه انتخاب شدند، این افراد به صورت

همانند کفی متداول، قسمت زیره کفی از جنس اتیل وینیل استات است. بین لایه پرون و اتیل وینیل استات نیز، یک لایه چرم قرار میگرفت.

روند تست

قبل از شروع تست روند کامل آزمون برای افراد توضیح داده می‌شد. پیش از شروع کار به منظور تطابق بیشتر، افراد با کفی مورد نظر و کفش، به مدت 5 دقیقه در محل آزمون راه می‌رفتند. سپس از افراد خواسته می‌شد با سرعت مطلوب و طبیعی در مسیری هشت متری که دو صفحه نیرو بصورت طولی و مسطح با سطح زمین نصب شده بود، مادامی که مستقیم به سمت جلو نگاه می‌کردند، حرکت کنند. افراد یکبار با کفش و یکبار با کفی مربوط به گروه خود (گروه 1، کفی متداول و گروه 2، کفی متداول با روکش پرون) و کفش راه می‌رفتند. هر فرد هر مرحله از تست را سه بار تکرار می‌کرد. زمان انجام تست برای افراد 10 ثانیه بود و بین دو حالت تست 5 دقیقه استراحت در نظر گرفته شد. تستها برای افراد بصورت تصادفی انتخاب می‌شدند. تست یکبار در جلسه اول (قبل از مداخله) و یکبار در جلسه دوم (بعد از مداخله) انجام گرفت. بعد از اتمام جلسه اول به فرد توضیح داده می‌شد که کفی را حداقل 40 ساعت در طی دو هفته استفاده کند. بعد از جمع آوری داده‌ها و پیش از انجام آنالیز آماری داده‌ها بر اساس وزن افراد نرمال شدند. میانگین سه تست موفق (تستی که فرد هنگام حرکت به سمت جلو نگاه می‌کرد و در یک چرخه راه رفتن هر پای فرد بصورت صحیح در مرکز صفحه نیرو قرار میگرفت، بعلاوه حرکت فرد بروی صفحه نیرو بصورت ناگهانی و یا لغزش نبود) در هر مرحله برای انجام آنالیز آماری استفاده شدند. برای انجام محاسبات آماری از نرم‌افزار 17 SPSS استفاده شد. در تمام آزمونهای آماری مقدار P کمتر از 0/05 معنادار در نظر گرفته شد. با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف مشخص شد که توزیع تمام متغیرها نرمال بوده است. جهت تعیین تفاوت درون گروهی از آزمون تی زوج و برای مقایسه تفاوت بین گروهی از آزمون تی مستقل استفاده گردید.

### یافته ها

پیش فرض برابری دو گروه:

با توجه به اینکه در بررسی بین دو گروه، پیش فرض این مطالعه بر همسانی نیروی عکس‌العمل زمین در صورت راه رفتن با کفش قبل از استفاده از کفی ها، علاوه بر همسانی دو گروه از نظر متغیرهای زمینه‌ای (قد و وزن) بوده است، ابتدا همسانی دو گروه از نظر این متغیرها توسط آزمون تی مستقل

داده های اولیه در فرکانس نمونه برداری 200 هرتز ثبت شد. هنگامی که از یک وزنه استاتیک بین 10 تا 40 کیلوگرم برای تعیین جابجایی مرکز فشار دستگاه استفاده شد، میزان نويز مشاهده شده در اندازه گیریهای دستگاه مشابه بود. جابجایی محاسبه شده مرکز فشار برای دستگاه کمتر از 0/5 سانتیمتر، میزان قابل قبول نويز، بود. متغیر نیروی عکس‌العمل زمین در این بررسی شامل مولفه  $F_z$  آن در راستای عمودی می باشد (Vertical-GRF)، این مولفه نیرو دارای دو قله است که توسط یک فرورفتگی از هم مجزا می شوند. متغیرها شامل قله اولیه مولفه عمودی نیروی عکس‌العمل، (قله مولفه عمودی نیروی عکس‌العمل در مرحله Loading Response)، حداقل نیرو در طی مرحله میانی فاز ایستائی راه رفتن (Mid Stance) و قله ثانویه مولفه عمودی نیروی عکس‌العمل در مرحله جدا شدن پنجه از زمین (Toe Off) بود. قبل از قله اول یک برآمدگی خفیف در نمودار مولفه عمودی نیروی عکس‌العمل زمین مشاهده می‌شود که بیانگر نیروی وارد شده به پاشنه در مرحله تماس اولیه پا در طی فاز ایستائی راه رفتن (Heel Contact) می‌باشد و نیروی برخورد (Impact Force) نامیده می‌شود.

کفی متداول (اتیل وینیل استات):

این کفی از دو لایه تشکیل شده است، لایه ای که در مجاورت پا قرار میگیرد از جنس چرم است و ضخامت آن در سرتاسر طول پا در حدود دو میلیمتر می باشد. در زیر لایه چرم، لایه دیگری از جنس فوم اتیل وینیل استات (اتیل وینیل استات) قرار دارد. ضخامت این کفی در زیر پاشنه حدود شش میلیمتر و در مرکز قوس طولی داخلی متناسب با میزان تغییر شکل ضخامت کفی متفاوت است.

کفی اتیل وینیل استات با روکش پرون:

در این کفی لایه ای که در مجاورت پا قرار گرفته از جنس پرون می‌باشد. پرون ماده ای سلول باز (Open Cell)، مقاوم در برابر افتادگی (کلاپس)، با توانائی خوب هیدرولیز و دارای خاصیت ضد باکتری است. ورق پرون به صورت دو لایه می‌باشد. لایه تحتانی از فوم اورتان ساخته شده که سبب کاهش ضربه به پا و مفاصل می شود و دارای خاصیت جذب ضربه نیز می‌باشد. لایه فوقانی، ژلی شفاف است که شبیه بافت چربی بدن انسان عمل می‌کند و سبب محافظت نواحی استخوانی و حساس به فشار پوست می‌شود. این ژل وزن را بصورت یکنواخت توزیع می‌کند و از تمرکز فشار بر روی یک نقطه جلوگیری می‌نماید. ژل توسط یک لایه سطحی از یون نقره ضد میکروب پوشیده شده که سبب ویژگی ضد باکتری، ضد قارچ و ضد بو می‌شود.

مقایسه داده‌های نیروی مربوط به جلسه اول با جلسه دوم در گروه کفی متداول در صورت استفاده از کفی تنها کاهش معنادار مولفه عمودی نیروی عکس‌العمل زمین را در قله اول ( $F_1$ ) طی جلسه دوم ( $10/739 \pm 0/65$ ) نسبت به جلسه اول ( $10/63 \pm 0/58$ ) نشان داد ( $P=0/049$ ). مقایسه داده‌های نیروی مربوط به جلسه اول با جلسه دوم در گروه کفی متداول در صورت استفاده از کفش بدون کفی در هیچ کدام از چهار مرحله فاز ایستایی تفاوت آماری معناداری را نشان نداد (دامنه معناداری در چهار مرحله فاز ایستایی  $0/877 - 0/054$  بود) (جدول 3).

در گروه کفی با روکش پرون در جلسه اول در مقایسه با جلسه دوم تفاوت آماری معناداری در هیچ کدام از چهار مرحله فاز ایستایی بین راه رفتن با کفی مشاهده نگردید (دامنه معناداری در چهار مرحله فاز ایستایی  $0/585 - 0/263$  بود). مقایسه داده‌های نیرو در صورت راه رفتن با کفش بدون کفی در جلسه اول با جلسه دوم در گروه کفی با روکش پرون، کاهش معنادار نیرو را در مرحله نیروی برخورد در جلسه دوم ( $2/485 \pm 0/43$ ) نسبت به جلسه اول ( $2/736 \pm 0/61$ ) نشان داد ( $P=0/019$ ) (جدول 3). مقایسه بین گروهی نیروی عکس‌العمل زمین در دو گروه کفی متداول و کفی با روکش پرون:

این آزمون در دو مرحله قبل از مداخله و بعد از مداخله دو هفته‌ای انجام شد. در جلسه اول و قبل از مداخله دو گروه کفی متداول و کفی با روکش پرون در حالت پوشیدن کفی‌ها توسط آزمون تی مستقل با هم مقایسه شدند که تفاوت آماری معناداری بین چهار مرحله فاز ایستایی در راه رفتن با کفی‌ها مشاهده نگردید (دامنه معناداری در چهار مرحله فاز ایستایی بین دو گروه  $0/968 - 0/12$  بود). همچنین در صورت راه رفتن با کفش در دو گروه در جلسه اول نیز بین چهار مرحله فاز ایستایی تفاوت آماری معناداری مشاهده نگردید (دامنه معناداری در چهار مرحله فاز ایستایی بین دو گروه  $0/885 - 0/196$  بود). در جلسه دوم مولفه عمودی نیروی عکس‌العمل زمین بعد از دو هفته پوشیدن کفی‌ها صورت گرفت. این مرحله مقایسه نیز در دو حالت پوشیدن کفش و کفی مورد نظر و کفش توسط آزمودنی‌ها انجام گردید که در هر دو حالت تفاوت آماری معناداری مشاهده نگردید (دامنه معناداری در چهار مرحله فاز ایستایی بین دو گروه در صورت استفاده از کفی درون کفش  $0/819 - 0/136$  بود و در حالت استفاده از کفش بدون کفی‌ها  $0/913 - 0/185$  بود) (جدول 1).

بررسی شد، که اختلاف آماری معنادار برای متغیرهای قد و وزن ( $P=0/383$  و  $P=0/474$ ) بین دو گروه کفی متداول و کفی با روکش پرون مشاهده نگردید. در بررسی پیش فرض عدم وجود اختلاف بین دو گروه کفی متداول و کفی با روکش پرون برای متغیر نیروی عکس‌العمل زمین نیز در نظر گرفته شده بود که آزمون آماری تی مستقل تفاوت معناداری را در هیچ یک از چهار مرحله فاز ایستایی نشان نداد (دامنه معناداری ( $P=0/885 - 0/196$  بود). با این روش اطمینان بیشتری حاصل شد که هرگونه اختلاف مشاهده شده بین دو گروه به احتمال بالاتر مربوط به مداخله می‌باشد تا سایر متغیرهای زمینه‌ای

مقایسه درون گروهی نیروی عکس‌العمل زمین در هر یک از گروه‌های کفی متداول و کفی با روکش پرون:

جهت مقایسه درون گروهی در هر یک از دو گروه کفی متداول و کفی با روکش پرون، ابتدا تاثیر آنی مداخله در هر یک از دو گروه با استفاده از آزمون تی زوج بطور مجزا بررسی گردید. در گروه کفی متداول، در جلسه اول تفاوت آماری معناداری در هیچ کدام از چهار مرحله فاز ایستایی بین راه رفتن با کفی در مقایسه با راه رفتن با کفش مشاهده نگردید (دامنه معناداری در چهار مرحله فاز ایستایی  $0/89 - 0/059$  بود). در گروه کفی با روکش پرون نیز در جلسه اول تفاوت آماری معناداری در هیچ کدام از چهار مرحله فاز ایستایی بین راه رفتن با کفی در مقایسه با راه رفتن با کفش مشاهده نگردید (دامنه معناداری در چهار مرحله فاز ایستایی بین  $0/857 - 0/154$  بود). نتایج آزمون نشان داد در گروه کفی متداول، در جلسه دوم و بعد از مداخله تنها بین مولفه عمودی نیرو در مرحله بلند کردن پنجه پا از زمین ( $F_3$ ) اختلاف معنادار وجود دارد ( $P=0/012$ ) و میانگین نیرو در صورت استفاده از کفش ( $0/54 \pm 0/804$ ) در مقایسه با کفی و کفش ( $10/902 \pm 0/52$ ) کاهش یافته است (جدول 2).

در گروه کفی با روکش پرون، در جلسه دوم بین مولفه عمودی نیرو در مرحله تماس پاشنه با زمین اختلاف معنادار وجود دارد ( $P=0/012$ ) و میانگین نیرو در صورت استفاده از کفش ( $2/485 \pm 0/43$ ) در مقایسه با کفی و کفش ( $2/739 \pm 0/62$ ) کاهش یافته است. بعلاوه در گروه کفی با روکش پرون، در جلسه دوم بین مولفه عمودی نیرو در قله اول ( $F_1$ ) اختلاف معنادار دیده شد ( $P=0/027$ ). بطوریکه میانگین نیرو در صورت استفاده از کفش ( $10/409 \pm 0/55$ ) در مقایسه با کفی با کفش ( $10/542 \pm 0/54$ ) کاهش یافته است (جدول 2).

جدول 1: مقایسه بین گروهی مولفه عمودی نیروی عکس العمل عمودی زمین قبل و بعد از مداخله (بین دو گروه کفی متداول و کفی باروکش پرون)

مراحل فاز ایستایی	راه رفتن با کفی و کفش		راه رفتن با کفی		مراحل فاز ایستایی
	گروه کفی متداول	گروه کفی با روکش پرون	گروه کفی متداول	گروه کفی با روکش پرون	
	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	
نیروی برخورد	2/553 ± 0/43	2/535 ± 0/44	0/293	2/72 ± 0/75	0/196
گروه اول (جلسه اول)	10/632 ± 0/58	10/501 ± 0/59	0/968	10/625 ± 0/69	0/672
فرورفتگی (قبل از مداخله)	8/068 ± 0/53	8/051 ± 0/49	0/889	8/046 ± 0/62	0/561
گروه دوم (جلسه دوم)	10/863 ± 0/49	10/813 ± 0/43	0/12	10/67 ± 0/38	0/885
نیروی برخورد	2/371 ± 0/62	2/427 ± 0/61	0/181	2/619 ± 0/64	0/294
گروه اول (جلسه دوم)	10/739 ± 0/65	10/645 ± 0/7	0/244	10/542 ± 0/54	0/185
فرورفتگی (بعد از مداخله)	8/059 ± 0/7	8/068 ± 0/62	0/819	8/099 ± 0/55	0/913
گروه دوم (جلسه دوم)	10/902 ± 0/52	10/804 ± 0/54	0/136	10/702 ± 0/42	0/239

جدول 2: مقایسه درون گروهی مولفه عمودی نیروی عکس العمل زمین در دو گروه کفی متداول و کفی با روکش پرون بین انواع کفی با کفش بدون کفی

مراحل فاز ایستایی	جلسه اول		جلسه دوم		مراحل فاز ایستایی
	راه رفتن با کفش و کفی	راه رفتن با کفش و کفی	راه رفتن با کفش و کفی	راه رفتن با کفش و کفی	
	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	
نیروی برخورد	2/553 ± 0/43	2/448 ± 0/63	0/89	2/341 ± 0/51	0/36
گروه کفی متداول	10/632 ± 0/58	10/739 ± 0/65	0/059	10/645 ± 0/7	0/097
فرورفتگی	8/068 ± 0/53	8/059 ± 0/7	0/721	8/068 ± 0/62	0/887
گروه کفی باروکش پرون	10/863 ± 0/49	10/902 ± 0/52	0/27	10/804 ± 0/54	0/012*
نیروی برخورد	2/72 ± 0/75	2/739 ± 0/62	0/857	2/485 ± 0/43	0/012*
گروه کفی باروکش پرون	10/625 ± 0/69	10/542 ± 0/54	0/414	10/409 ± 0/55	0/027*
فرورفتگی	8/046 ± 0/62	8/099 ± 0/55	0/154	8/085 ± 0/5	0/769
گروه کفی باروکش پرون	10/67 ± 0/38	10/702 ± 0/42	0/372	10/464 ± 0/4	0/236

\* p < 0/05

جدول 3: مقایسه درون گروهی مولفه عمودی نیروی عکس العمل زمین در هر گروه بین قبل و بعد از مداخله

مراحل فاز ایستایی	راه رفتن با کفی و کفش		راه رفتن با کفش		سطح معناداری
	جلسه اول	جلسه دوم	جلسه اول	جلسه دوم	
میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	سطح معناداری
نیروی برخورد	2/542 ± 0/43	2/371 ± 0/62	2/444 ± 0/31	2/338 ± 0/51	0/33
گروه کفی متداول	قله اول (F1)	10/632 ± 0/58	10/501 ± 0/59	10/645 ± 0/7	0/054
فرورفتگی (F2)	8/068 ± 0/53	8/059 ± 0/7	8/051 ± 0/49	8/068 ± 0/62	0/793
قله دوم (F3)	10/863 ± 0/49	10/902 ± 0/52	10/813 ± 0/43	10/804 ± 0/54	0/877
نیروی برخورد	2/72 ± 0/75	2/619 ± 0/64	2/736 ± 0/61	2/485 ± 0/43	0/019*
گروه کفی با روکش پرون	قله اول (F1)	10/625 ± 0/69	10/568 ± 0/53	10/409 ± 0/55	0/059
فرورفتگی (F2)	8/046 ± 0/62	8/099 ± 0/55	7/958 ± 0/63	8/085 ± 0/5	0/092
قله دوم (F3)	10/67 ± 0/38	10/702 ± 0/42	10/72 ± 0/39	10/646 ± 0/4	0/165

\* p &lt; 0/05

### بحث

پیش فرض برابری دو گروه:

نتایج آزمون پیش فرض برابری دو گروه نشان دهنده همسانی دو گروه شرکت کننده در تحقیق از نظر متغیرهای زمینه‌ای و همچنین از نظر نیروی عکس العمل زمین بود. این یافته مبین آن خواهد بود که هرگونه تغییر در یافته‌های نیروی عکس العمل زمین بعد از تجویز کفی ناشی از مداخله بوده و نه وجود تفاوت اولیه در گروهها.

مقایسه درون گروهی نیروی عکس العمل زمین در هر دو گروه در راه رفتن با کفی ها و کفش بدون کفی:

نیروی برخورد: نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از کفی با روکش پرون در جلسه دوم در مقایسه با کفش سبب افزایش معنادار نیرو شد. در توجیه این افزایش می‌توان بیان کرد که پرونیشن خلف پا در طی فاز تماسی راه رفتن و تماس اولیه پاشنه با زمین غالباً بعنوان یکی از اجزاء مکانیسم جذب ضربه عمل کننده در اندام تحتانی در نظر گرفته می‌شود (20). افزایش نیروی برخورد در صورت استفاده از کفی با روکش پرون حاکی از این نکته است که پرونیشن پاشنه در صورت استفاده از کفی کاهش یافته و متعاقباً خاصیت جذب ضربه نیز کاهش و نیروی برخورد افزایش یافته است.

میلر و همکاران در مطالعه‌ای در مورد تاثیر اورتوزهای اصلاحی خلف پا بر نیروی عکس العمل زمین در افراد با صافی کف پایین 5 تا 10 درجه، کاهش معنادار نیرو در 10% ابتدای فاز ایستایی را مشاهده کردند که با نتایج مطالعه حاضر در تعارض

است (17). علت این تفاوت ممکن است به علت نوع کفی بکار رفته باشد، بگونه‌ای که در مطالعه میلر کفی بکار رفته از جنس پلیمر پلاستیک بوده و احتمالاً نسبت به کفی‌های استفاده شده در بررسی حاضر سختی بیشتری داشته و هر چه میزان سختی مواد بیشتر باشد، کاهش نیرو نیز بیشتر خواهد بود. در مطالعه نیگ و همکاران در رابطه با تاثیر کفی ویسکوالاستیک کفش بر نیروی عکس العمل زمین در دوندگان، تفاوتی با استفاده از کفی بر نیروی برخورد مشاهده نشد که با نتایج مطالعه حاضر در مورد کفی متداول همسو می‌باشد (18).

قله اول (Loading Response): مقایسه نیرو بین دو حالت کفش و کفش همراه کفی با روکش پرون، افزایش معنادار نیرو با کفی در جلسه دوم را نشان می‌دهد.

در طی راه رفتن مرکز جرم بدن در مسیری شبه سینوسی حرکت می‌کند. طبق قوانین داینامیک تغییر بردار سرعت (تغییر جهت و یا مقدار سرعت) بر شتاب تاثیر گذار است و شتاب نیز اثر مستقیم بر نیرو دارد. جابجایی مرکز جرم بدن به سمت بالا، شتاب مثبت ایجاد کرده و نیروی عکس العمل زمین را افزایش می‌دهد و از سویی، با جابجایی به سمت پایین مرکز جرم، شتاب منفی ایجاد شده و نیروی عکس العمل زمین نیز کاهش می‌یابد.

قله اول مولفه عمودی نیرو زمانی است که مرکز جرم بدن به سمت بالا حرکت می‌کند و سبب افزایش نیرو تا 120% وزن بدن فرد می‌شود. بدلیل اختلاف ارتفاع هر چند جزئی بین

قله دوم (Toe Off): نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد نیروی عمودی در صورت استفاده از کفی متداول در جلسه دوم نسبت به کفش افزایش معناداری دارد.

احتمالا در صورت استفاده از کفی، لایه ای بین پا و کفش قرار می‌گیرد که سبب کاهش فضای پنجه در کفش میشود و تا حدی از Push Off ممانعت می‌کند. ممکن است این امر سبب کاهش دامنه حرکتی مفصل و افزایش نیرو شود. بعلاوه، در صورت استفاده از کفی، پاشنه افراد درون فرورفتگی (Cup) کفی قرار می‌گیرد و همین امر سبب اختلاف ارتفاع بین قسمت خلفی قدامی پا می‌شود که منجر به تمرکز نیروها در قسمت قدامی پا شده و در نهایت سبب افزایش آن می‌شود. دلیل محتمل سوم این است که در انتهای مرحله ایستایی و هنگام بلند شدن پنجه از زمین مرکز جرم بدن در بالاترین نقطه قرار می‌گیرد و مجددا سبب افزایش نیروی عکس‌العمل زمین می‌شود (26).

در مطالعه رامسی و همکاران نیز افزایش قله دوم نیرو در صورت استفاده از کفی مشاهده گردید، هرچند این افزایش معنادار نبوده است (19). در مطالعه میلر و همکاران در صورت استفاده از اورتوز اصلاحی خلف پا تفاوت معناداری بین دو حالت کفش و اورتوز با کفش مشاهده نگردید (17). مقایسه درون گروهی نیروی عکس‌العمل زمین در هر گروه بین قبل و بعد از مداخله:

مقایسه مولفه عمودی نیروی عکس‌العمل زمین در هر گروه قبل و بعد از مداخله تفاوت آماری معناداری را نشان نداد. تنها تفاوت مشاهده شده مربوط به نیروی برخورد مولفه عمودی نیروی عکس‌العمل زمین در گروه کفی پرون در حالت راه رفتن با کفش بدون کفی، قبل و بعد از مداخله بوده است، که جلسه دوم نسبت به جلسه اول کاهش معنادار نیرو را نشان داد. احتمالا دلیل عدم مشاهده تفاوت آماری معنادار قبل و بعد از مداخله به این علت است که کفی ترکیبی ساخته شده بعلت وجود لایه اتیل وینیل استات از سختی بالایی برخوردار است و با وجود داشتن لایه پرون، انعطاف پذیری کافی در کفی وجود ندارد، به همین دلیل این کفی نمی‌تواند به طور موثری نیروی عکس‌العمل زمین را در خود جذب و همچنان سبب کاهش آن گردد. دلیل دوم، ممکن است به علت زمان کوتاه دو هفته ای جهت بررسی تاثیر کفی ها بوده که در این صورت باید آنرا افزایش داد.

مقایسه بین گروهی مولفه عمودی نیروی عکس‌العمل زمین قبل و بعد از مداخله بین دو گروه کفی متداول و کفی با روکش پرون:

کفش و کفش به همراه کفی داخل آن، جابجایی مرکز جرم در این مرحله به سمت بالا با کفی بیشتر است. افزایش نیرو در جلسه دوم با کفی با روکش پرون در مقایسه با کفش معنادار است. احتمالا این افزایش معنادار بدلیل بالاتر قرار گرفتن پا با کفی با روکش پرون است، زیرا به خاطر ضخامت لایه پرون، پا کمی بالاتر نسبت به کفش و حتی کفی متداول قرار می‌گیرد. بنابراین شتاب مثبت رو به بالا افزایش می‌یابد و مقدار نیرو در این قله نیز بیشتر می‌شود. از طرف دیگر استفاده از کفی درون کفش سبب ایجاد یک لایه سخت بین پا و کفش می‌شود و همین امر سبب کاهش انعطاف پذیری پا و افزایش نیرو می‌شود.

در مطالعه کولکو و همکاران در مورد تاثیر کفی سیلیکونی بر نیروی عکس‌العمل زمین در افراد با صافی کف پا تفاوت معنادار بین حالت کفش و کفی با کفش مشاهده نگردید که با نتایج بررسی حاضر در مورد مقایسه کفش با کفی متداول همسو می‌باشد (15). لیونگ و همکاران در بررسی تاثیر اورتوز یو سی بی ال بر نیروی عکس‌العمل زمین، تفاوت معناداری در مورد مولفه عمودی بین دو حالت کفش و کفی با کفش در قله اول مشاهده نکردند که با نتیجه مطالعه حاضر همسو بوده است (16). رامسی و همکاران در مطالعه‌ای در مورد تاثیر 3 نوع کفی از جنس پلی پروپیلن، فیبر کربن و پلی دور شاهد افزایش نیرو در قله اول بودند که با نتایج مطالعه حاضر همسو بوده است (19). میلر و همکاران در بررسی تاثیر اورتوز اصلاحی خلف پا بر نیروی عمودی شاهد کاهش معنادار نیرو بوده‌اند که با نتیجه مطالعه حاضر همسو نبوده است (17). علت تفاوت مطالعه میلر با مطالعه حاضر این است که سختی مواد در مطالعه میلر متفاوت و بیشتر از مطالعه حاضر بوده و همین امر سبب کاهش نیرو شده است. از طرف دیگر، کاهش نیروی عمودی در تحقیق میلر می‌تواند توسط تاثیر بالشتی (Cushioning) موجود بدلیل گوه داخلی کفی در ابتدای فاز ایستایی نسبت داده شود که از طریق تغییر شکل پلاستیک گوه سبب کاهش نیرو می‌شود.

فرورفتگی (Mid Stance): استفاده از کفی متداول و کفی با روکش پرون در هر دو جلسه اول و دوم نسبت به کفش تفاوت معناداری را در نیرو در این مرحله از فاز ایستایی نشان نداد. لیونگ و همکاران نیز در بررسی تاثیر اورتوز یو سی بی ال بر نیروی عکس‌العمل زمین، تفاوت معناداری را در مورد مولفه عمودی بین دو حالت کفش و کفی با کفش در فرورفتگی مشاهده نکردند (16).

بطور کلی نتایج تحقیق حاضر نشانگر آن بود که استفاده از کفی سبب تغییر نیروی عکس العمل عمودی زمین در مقایسه با کفش می شود و از طرف دیگر به کار بردن لایه سیلیکونی پرون بر روی کفی متداول اتیل وینیل استات به تنهایی نمی تواند تاثیر قابل مشاهده ای در کاهش نیروی عکس العمل زمین داشته باشد.

### قدردانی

این مقاله بخشی از پایان نامه تحت عنوان بررسی میزان تاثیر یک نوع کفی جدید بر نیروی عکس العمل زمین و جابجایی مرکز فشار در افراد مبتلا به صافی کف پا و مقایسه آن با کفی متداول با کد 3001312 در سال 1388 می باشد که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی تهران اجرا شده است. همچنین از مرکز تحقیقات توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی تهران، قدردانی می نمایم.

در مقایسه دو گروه با یکدیگر قبل و بعد از مداخله تفاوت معناداری مشاهده نشد. با وجود اینکه ماده پرون بکار رفته در روکش کفی نسبت به اتیل وینیل استات در کفی متداول دارای خاصیت جذب ضربه بوده است، ولی این کفی تفاوت چشمگیری نسبت به کفی متداول نداشت. ممکن است دلیل عدم مشاهده تفاوت معنادار بین دو کفی این باشد که ورق پرون روی کفی اتیل وینیل استات با رویه چرم چسبیده شده است. در واقع پرون دارای پایه سختی همچون چرم و اتیل وینیل استات بود و همین امر سبب شد که تا حدی از خاصیت جذب ضربه و انعطاف پذیری کفی ممانعت شود. زیرا وقتی زیره کفی سخت باشد قابلیت برگشت آن به فرم اولیه تحت اعمال وزن کمتر و کندتر خواهد شد. از دلایل دیگر عدم مشاهده تفاوت معنادار احتمالاً می توان به تعداد نمونه و مدت کوتاه مداخله اورتوزی (دوهفته) و همچنین نزدیکی دو کفی از نظر سختی به یکدیگر اشاره نمود.

## REFERENCES

- 1-Khamis S, Yizhar Z. Effect of feet hyperpronation on pelvic alignment in a standing position. *Gait & Posture*. 2007;25(1):127-34
- 2- Lusardi MM, Nilsen CC. *Orthotics and prosthetics in rehabilitation*. 2ed: Butterworth Henemann; Saunders: 2007;182-3
- 3-Chen CH, Huang MH, Chen TW, Weng MC, Lee CL, Wang GJ. The correlation between selected measurements from footprint and radiograph of flatfoot. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2006;87(2):235-40
- 4-Mortazavi J, Espandar R, Baghdadi T. Flat foot in children. *Iran J Ped*. 2007;17(2): 163-70
- 5-Billis E, Katsakiori E, Kapodistrias C, Kapreli E. Assessment of foot posture: Correlation between different clinical techniques. *The Foot*. 2007;17(2):65-72
- 6-Branthwaite HR, Payton CJ, Chockalingam N. The effect of simple insoles on three-dimensional foot motion during normal walking. *Clinical Biomechanics*. 2004;19(9): 972-7
- 7-Bertani A, Cappello A, Benedetti MG, Simoncini L, Catani F. Flat foot functional evaluation using pattern recognition of ground reaction data. *Clinical Biomechanics*. 1999;14(7): 484-93
- 8-Jackson JF, Stricker SJ. Pediatric foot notes: A review of common congenital foot deformities. *International Pediatrics*. 2003;18(3): 133-40
- 9-Arangio GA, Salathé EP. Medial displacement calcaneal osteotomy reduces the excess forces in the medial longitudinal arch of the flat foot. *Clinical Biomechanics*. 2001;16(6):535-9
- 10-Hunt AE, Smith RM. Mechanics and control of the flat versus normal foot during the stance phase of walking. *Clinical Biomechanics*. 2004;19(4):391-7
- 11-Kelagher D, Mirka GA, Dudziak KQ. Effects of semi-rigid arch-support orthotics: an investigation with potential ergonomic implications. *Applied Ergonomics*. 2000;31(5): 515-22
- 12-Robbins S, Waked E. Balance and vertical impact in sports: role of shoe sole materials. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1997;78(5):463-7
- 13-Kersting UG, Brüggemann GP. Midsole material-related force control during heel-toe running. *Res Sports Med*. 2006 Jan-Mar;14(1):1-17
- 14-McCaw ST, Heil ME, Hamill J. The effect of comments about shoe construction on impact forces during walking. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2000;32(7):1258-64
- 15-Kulcu DG, Yavuzer G, Sarmer S, Ergin S. Immediate effects of silicone insoles on gait pattern in patients with flexible flatfoot. *Foot & Ankle International*. 2007;28(10):1053-6
- 16-Leung AKL, Mak AFT, Evans JH. Biomechanical gait evaluation of the immediate effect of orthotic treatment for flexible flat foot. *Prosthetics and Orthotics International*. 1998;22(1): 25-34
- 17-Miller CD, Laskowski ER, Suman VJ. Effect of corrective rearfoot orthotic devices on ground reaction forces during ambulation; *Mayo Clin Proc*. 1996;71:757-62



- 18-Nigg BM, Herzog W, Read LJ. Effect of viscoelastic shoe insoles on vertical impact forces in heel-toe running. *Am J Sports Med.* 1988;16(1):70-6
- 19-Sloss R. The effects of foot orthoses on the ground reaction forces during walking. Part 1. *The Foot.* 2001;11(4):205-14
- 20- Nester CJ, Van der Linden ML, Bowker P. Effect of foot orthoses on the kinematics and kinetics of normal walking gait. *Gait & Posture.* 2003;17(2): 180-7
- 21- Guldemond NA, Leffers P, Schaper NC, Sanders AP, Nieman F, Willems P. The effects of insole configurations on forefoot plantar pressure and walking convenience in diabetic patients with neuropathic feet. *Clinical Biomechanics.* 2007;22(1):81-7
- 22- Tsung BY, Zhang M, Wong MW. Effectiveness of insoles on plantar pressure redistribution. *J Rehab Res Dev.* 2004; 41(6):767-74
- 23- Chen WP, Ju CW, Tang FT. Effects of total contact insoles on the plantar stress redistribution: a finite element analysis. *Clinical Biomechanics.* 2003;18(6): 17-24.
- 24- Actis RL, Ventura LB, Lott DJ, Smith KE,Commean PK, Hastings MK, Mueller MJ. Multi-plug insole design to reduce peak plantar pressure on the diabetic foot during walking. *Med Biol Comput.*2008; 46(4): 363-71
- 25- Zequera ML, Solomonidis S. Performance of insole in reducing plantar pressure on diabetic patients in the early stages of the disease. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.*2010;2982-5
- 26- Rose J, Gamble JG. *Human Walking*, Philadelphia: Lippincott Williams & Wiklins:2006;55-7.

# The effect of poron layered insole on ground reaction force in comparison with common insole on subjects with flexible flat foot

Khanmohammad F<sup>1</sup>, Ghasemi MS<sup>2</sup>, Jafari H<sup>3\*</sup>, Hajiaghaie B<sup>4</sup>, Sanjari MA<sup>2</sup>

1. MSc of Orthosis & Prothesis, Tehran University of Medical Sciences
2. Center of Biomechanics Research of Tehran University of Medical Sciences
3. Assistant Professor of Physiotherapy Tehran University of Medical Sciences
4. Lecturer of Orthosis & Prothesis, Tehran University of Medical Sciences

## Abstract

**Background:** Flexible flat foot is a congenital common deformity in lower extremity associated with ligamentous laxity. This deformity may cause hammer toe, heel spur, inflammation of achille tendon, early muscle fatigue during sport, foot imbalance and pain in leg, knee and hip. The use of insole with medial arch support considered as one of the common treatments for patients. The purpose of this study was to determine the effect of a composite insole, Ethyl Vinyl Acetate (EVA) with Poron layer on ground reaction force on subjects with flexible flat foot in comparison with common EVA insole.

**Materials and Methods:** Fifty two subjects (14 Male and 38 female) between 18-40 years of age with flexible flat foot participated in this study. Twenty six subjects received Poron insole (EVA with Poron layer) and 26 subjects received common EVA insole. After assessment each subject asked to walk with normal speed across two force plate in two conditions, walking with insole and shoe and walking without insole. Then each subject asked to use insole for forty hours during two weeks. Vertical ground reaction force in the first session and after two weeks was assessed.

**Results:** Impact force and first peak of vertical ground reaction force ( $F_1$ ) with Poron insole in comparison with shoe significantly increased in second session ( $P < 0.05$ ). The second peak ( $F_3$ ) with common insole in comparison with shoe significantly increased in second session ( $P < 0.05$ ). Significant reduction was noted in first peak ( $F_1$ ) with common insole in second session in comparison with first session ( $P < 0.05$ ). There was no observable significant difference in two groups before and after intervention.

**Conclusion:** The results of this preliminary study show that both insoles change vertical ground reaction force in comparison with shoe alone. But using a composite Poron Layer on EVA insole has not demonstrated a significant difference with common arch support insoles. Therefore application of Poron Silicon layer on EVA insole by itself can not show a significant reduction of ground reaction force.

**Keywords:** Flexible flat foot, Insoles, Ground Reaction Force

**\*Corresponding author:** Hassan Jafari, Faculty of Rehabilitation, Tehran University of Medical Sciences.

**Email:** h-jafari@tums.ac.ir

*This research was supported by Tehran University of Medical Sciences (TUMS)*