The Effect of Using PU Insole on Static - Dynamic Balance and Plantar Index of Elite Male and Female Cross-Fit Athletes

Saeb Nouri H[1], Fatahi A[2], Yousefian Molla R[3]

Abstract

Propose: The presence of lower limb abnormalities in cross-fit athletes may cause a great impact on possible injuries and the skill and performance of movements. The aim of the present study was to investigate the effect of using PU insole on static - dynamic balance and the plantar index of elite male and female cross-fit athletes.

Methods: Thirty-two professional male and female cross-fit athletes were divided into two groups of control and intervention groups. Variables of plantar index, static balance and dynamic balance were then evaluated. The intervention group used the PU insole in their shoes for 10 weeks, but the control group did not receive any intervention during this period. Both groups were re-evaluated after ten weeks. Paired t-test was used to compare the differences between pre-test and post-test and independent t-test was used to compare the effect of insole on static balance, dynamic and foot index of elite cross-fit men and women athletes.

Results: Dynamic balance variables were statistically significant between female in the control and intervention groups in the pre-test (p=0.000) and post-test stages (p=0.002), and in the intervention group only in the female post-test (p=0.003) and male.

Conclusion: Considering the positive effect of insoles on static balance of female athletes in cross-fit, it is expected that athletes enhance their static and dynamic balance by performing correct exercises and continuous use of insoles.

Keywords: Insole, Balance, Plantar Index, Cross-Fit

Received: 2022.06.25 Accepted: 2022.12.22

تاثیر استفاده از کفی پلی اورتان بر تعادل ایستا، پویا و شاخص کف پایی کراس فیت کاران نخبه زن و مرد

هما صائب نوری[۱]، علی فتاحی[۲]، راضیه یوسفیان ملا[۳]

هدف: با توجه به اینکه وجود ناهنجاری اندام تحتانی در ورزشکاران رشته کراس فیت، می تواند تأثیر زیادی در آسیب دیدگی-های احتمالی و مهارت و اجرای حرکات این رشته داشته باشد، لذا هدف از پژوهش حاضر، تأثیر استفاده از ده هفته کفی بر تعادل ایستا، پویا و شاخص کف پایی کراس فیت کاران نخبه زن و مرد بود.

روش بررسی: ۳۲ نفر از کراس فیت کاران حرفه ای زن و مرد به دو گروه کنترل و مداخله تقسیم شده و مورد ارزیابی متغیرهای شاخص کف پایی، تعادل ایستا و تعادل پویا قرار گرفتند. گروه مداخله به مدت ۱۰ هفته از کفی پلی اورتان یا (Poly Urethane; PU) در کفش مخصوص به خود، به طور مداوم استفاده کردند، اما گروه کنترل در طی این مدت مداخله ای نداشتند و به تمرینات متداول خود ادامه دادند. سپس، هر دو گروه مجددا مورد ارزیابی قرار گرفتند. از آزمون آماری تی زوجی به منظور مقایسه تفاوت پیش آزمون و پس آزمون و از آزمون تی مستقل برای مقایسه تاثیر کفی بر تعادل ایستا، پویا و شاخص کف پایی زنان و مردان کراس فیت کار نخبه استفاده شد.

یافته ها: در متغیر تعادل پویا، بین زنان گروه کنترل و مداخله در مرحله پیش آزمون و پس آزمون و در متغیر تعادل پویا در گروه کنترل مردان و زنان هم در مرحله پیش آزمون و پس آزمون و در گروه تجربی تنها در مرحله پس آزمون زنان و مردان تفاوت معناداری مشاهده شد ($p\leq ۰/۰۵$).

نتیجه گیری: با توجه به تأثیر مثبت کفی بر روی تعادل ایستای زنان ورزشکار در رشته کراس‌فیت انتظار می رود با انجام صحیح و مداوم تمرینات و استفاده مستمر از کفی شاخص های کف پایی، تعادل ایستا و پویای ورزشکاران بهبود داشته باشند.

کلمات کلیدی: کفی، تعادل، شاخص کف پایی، کراس فیت

نویسنده مسئول: علی فتاحی، ali.fatahi@iauctb.ac.ir، ORCID: 0000-0002-8863-4061

آدرس: تهران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی

۱- کارشناس ارشد بیومکانیک ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، ، تهران، ایران

۲- استادیار گروه بیومکانیک ورزشی، واحد تهران مرکزی، ، دانشگاه آزاد اسلامی تهران، ایران

۳- استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران

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 و هرگونه تغییر در ساختار اسکلتی-عضلانی پا می تواند سبب شکل گیری ناهنجاری هایی در آن شود که عوارض متعددی همچون بروز خستگی، درد، بی ثباتی و فرسودگی در مفصل مچ، صدمه به زانو، ستون مهره ها، مفصل لگن و کاهش توانایی در کنترل پاسچر (Posture) را در پی داشته باشد (۱).

از دیدگاه بیومکانیکی، پا واحدی عملکردی برای حفظ تعادل، انتقال وزن بدن به زمین و اهرمی برای حرکت بدن است (۲). همچنین یکی از مهمترین بخش های بدن است که در بیشتر مهارت های ورزشی، عضو اصلی محسوب می شود. پا در طول مهارت های ورزشی دو عملکرد اساسی را انجام می دهد: ۱. عملکرد غیرفعال که هدف آن حمایت بدن در مقابل نیروهای برخوردی است؛ ۲. عمکرد فعال که هدف آن انتقال نیروهای داخلی تولید شده به وسیلهٔ عضلات به زمین در حین مهارت های ورزشی است؛ این دو عملکرد به نوعی حفظ تعادل بدن در دو حالت ایستا و پویا می باشد که در ادامه آن ها را معرفی خواهیم نمود. از این رو به منظور داشتن عملکرد مؤثر پا در طول فعالیت های ورزشی بررسی ساختار پا حائز اهمیت است (۳).

یافتن رویکردهایی برای شناسایی ناهنجاری های کف پا و نیز کاهش عوارض ناشی از آن همواره از دغدغه های اصلی پژوهشگران حوزه سلامت و ورزش بوده است. وضعیت غیرطبیعی پا بر اثر کاهش یا افزایش ارتفاع قوس و در نتیجه صاف شدن یا گود شدن کف پا یک عامل مستعدکننده و حتی ایجادکنندهٔ اختلال عملکرد پا و اندام تحتانی در نظر گرفته می شود. مطالعات قبلی نشان دادند افرادی که قوس پای کمتری دارند، بیشتر در معرض حساسیت فاشیای کف پایی (Plantar Fascia)، شلی رباط ها، بی‌ثباتی بخش داخلی مچ پا و در نتیجه اسپرین مچ پا، آسیب زانو و کمردرد، آسیب های ناشی از استفادهٔ بیش از حد مثل استرس فراکچر (Stress Fracture) و درد کشککی ـ رانی قرار دارند و افرادی که دارای قوس بالایی هستند، بیشتر در معرض اسپرین خارجی مچ پا، شکستگی استخوان درشت نی و رانی قرار دارند (۴،۵). به عبارت دیگرتغییر ساختار کف پا ممکن است نیروهای مفصلی را نیز تحت تأثیر قرار دهد که در نهایت ممکن است آسیب و ناهنجاری در اندام تحتانی ایجاد شود. قوس کف پا در حفظ و یا عدم تعادل افراد اهمیت بسزایی دارد (۶، ۳).

از سویی دیگر تعادل به عنوان یکی از مفاهیم بحث برانگیز سیستم حسی-حرکتی، ارتباط متقابل و پیچیده ای میان درون داده های حسی و پاسخ های حرکتی مورد نیاز را به منظور حفظ یا تغییر پاسچر بررسی می‌کند (۷). تعادل جزء نیازهای اساسی برای انجام فعالیت های روزمره است و در فعالیت های ایستا و پویا و همچنین در انجام تمامی مهارت های ورزشی گوناگون برای جلوگیری از آسیب نقش مهمی را ایفا می کند (۸،۹).. کاهش تعادل منجر به افت عملکرد می شود و زمینه آسیب به ویژه در مچ پا را فراهم می‌کند (۱۰). از آنجا که پا در زنجیره حرکتی بسته ای قرار دارد، بازخورد حرکات سگمنت ها و مفاصل لگن، ران و زانو برعملکرد مچ پا تاثیر خواهد گذاشت و تغییرات بیومکانیکی هرچند محدود در محدوده سطح اتکا، ناهنجاری های آناتومیکی از قبیل کف پای صاف، گود و ویژگی های ساختاری پا می تواند بر توزیع فشار کف پایی و تعادل افراد تأثیربگذارد (۱۳-۱۱).

تحقیقات نشان می‌دهد کفی طبی از طریق نگهداری قوس کف پا و افزایش سطح پلانتار (Plantar)، می‌تواند به طور سیستماتیک فشار عبوری از کف پا را کاهش داده و

همزمان تحریک لمسی پا را افزایش دهد. همچنین کفی طبی از طریق افزایش بازخورد حس عمقی از وضعیت پا احتمالا به ثبات پاسچر کمک می کند (۱۴،۱۵).در تأیید اثرات بازخوردی و حسی بر کنترل پاسچر، Van Geffen و همکاران (۱۶) نشان دادند که نقص در داده های حسی پیکری ناشی از نروپاتی دیابتی منجر به کاهش واضح توانایی ایستادن می شود و آن ها نتیجه گرفتند که حساسیت لمسی پا تأثیر زیادی بر حفظ ثبات پاسچر دارد .استفاده از انواع مختلف کفی با هدف بهبود راستای پا و افزایش بازخوردهای حسی از طریق پا، برای افرادی که اختلال در ثبات پاسچر و راه رفتن دارند مانند سالمندان، افراد مبتلا به بیماری های عصبی-عضلانی و اختلالات اندام تحتانی، توصیه شده است (۱۶-۱۸). از آنجایی که اختلال در ساختار و راستای پا، سبب اعمال نامناسب استرس در زنجیره حرکتی اندام تحتانی می شود، به نظر می رسد کفی طبی بتواند به پاهای بد راستا در جهت تطابق با محیط خارجی کمک کند و استرس های وارد را توزیع و به این ترتیب احتمال آسیب را کاهش دهد (۱۴). اگرچه تحقیقات پیشین بر استفاده از کفی طبی جهت تغییر توزیع فشار کف پا هنگام راه رفتن تأکید داشتند، تحقیقات اخیر بر استفاده کفی طبی برای کمک به حس عمقی و ثبات پاسچر تأکید دارند (۱۹، ۱۶). Mattacola و همکاران (۱۰) پس از مطالعه ای پیشنهاد کردند که کفی طبی می تواند تعادل ایستا را در افراد با بد راستایی کف پا بهبود دهد. Perry و همکاران (۲۰) نتیجه گرفتند که استفاده طولانی مدت از کفی در افراد سالمند باعث افزایش ثبات طرفی این افراد شده است. Jenkins و همکاران (۲۱) نشان دادند که کفی آجدار باعث بهبود تعادل در زمان ایستاده روی یک پا و نرمال شدن زمان فعالیت عضله تیبیالیس قدامی (Anterior Tibialis) در زمان تماس پاشنه در راه رفتن افراد پارکینسونی می شود.

با نگاهی به تحقیقاتی که تاکنون در این زمینه انجام گرفته است مشخص می شود که اگرچه مطالعات زیادی در زمینه ی تعادل ایستا و پویای افراد مبتلا به ناهنجاری های کف پا انجام شده است ولی تحقیقات اندکی در مورد تأثیر کفی طبی به عنوان اصلی ترین رکن برای بهبود تعادل این افراد انجام شده است. همچنین با توجه به جدید بودن ورزش کراس فیت مطالعات کمتری روی این ورزش و ورزشکاران فعال در آن انجام گرفته است، حال آنکه وجود ناهنجاری در ورزشکاران این رشته، می تواند تأثیر زیادی در آسیب دیدگی های احتمالی و مهارت و اجرای حرکات داشته باشد. لذا در این پژوهش بر آن شدیم تا با بررسی ناهنجاری های قوس کف پا، تأثیر استفاده از ده هفته کفی بر تعادل ایستا، پویا و شاخص کف پایی کراس فیت کاران نخبه زن و مرد را مورد بررسی قرار دهیم.

روش بررسی

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی بود. ۳۲ نفر از کراس فیت کاران حرفه ای زن و مرد (۱۵ زن و ۱۷ مرد) مبتلا به ناهنجاری کف پای صاف که در توسط متخصص ارزیابی و هنجارسنجی کف پا، به عنوان آزمودنی، با روش نمونه گیری در دسترس ا استفاده از نرم افزار G*Power و توان آماری ۸۲٪ در این پژوهش شرکت نمودند. تمامی آزمودنی ها جهت ورود به پژوهش دارای حداقل ۳ سال سابقه شرکت حرفه ای در تمرینات اختصاصی کراس فیت بوده اند و در صورت وجود هرگونه نقص اسکلتی- عضلانی یا عصبی و سابقه جراحی تاثیرگذار بر روند مداخله و ارزیابی آنان در این پژوهش، عدم رعایت انجام منظم برنامه تمرینی و استفاده از کفی و عدم رضایت از ادامه روند تحقیق، از مطالعه حذف شدند. پیش از اجرای پژوهش، تمامی شرکت کننده ها از جزئیات کامل مراحل پژوهش حاضر اطلاع یافتند و فرم رضایت نامه شرکت در پژوهش را امضا نمودند..

این پژوهش در سال ۱۴۰۰ در آزمایشگاه تحقیقانی و پژوهشی، پویش ستارگان سلامت انجام گردید. در ابتدای پژوهش حاضر، تمامی آزمودنی ها توسط یک کارشناس خبره ی حرکات اصلاحی و بیومکانیک، به وسیله ی دستگاه فوت اسکنر مدل PS-320 (حداکثر وزن قابل تحمل: ۱۱۰ کیلوگرم با ابعاد: ۶۳ در ۴۰ سانتی متر)، تست تعادل ایستا رومبرگ و دستگاه تعادل سنج پویا (مدل ENC، با دقت اندازه گیری ۱ درجه و رنج اندازه گیری: ۱۵ الی ۱۵- درجه) (تصویر ۱)، به ترتیب مورد ارزیابی متغیرهای تعادل ایستا (زمانی است که فرد روی یک سطح ثابت ایستاده و حاصل جمع همه نیروهای وارده به او صفر باشد. در تعریف دیگری می توان گفت توانایی حفظ تعادل کل بدن در شرایط سکون یا ایستا) و تعادل پویا (زمانی است که فرد در حرکت است، مجددا گشتاور همه نیرو های وارد به او صفر باشد. در تعریف دیگری می توان گفت توانایی حفظ تعادل بدن در شرایطی که فرد از نقطه ای به نقطه‌ی دیگر در حال

حرکت است) و شاخص کف پایی، قرار گرفتند شاخص کف پایی (Foot Posture Index) به عنوان یک شاخص معتبر و پایا برای معرفی وضعیت و پاسچر پا شناخته می شود که وضعیت قوس های کف پایی، نوع ساختار پا، قوس های کف پایی و در صورت بروز ناهنجاری نوع آن - کف پای صاف یا گود- را مشخص می نماید.

تصویر ۱: دستگاه تعادل سنج پویا

سپس دو گروه آزمودنی های زن و مرد حاضر در مطالعه، به صورت تصادفی با استفاده از تابع RAND در نرم افزار اکسل به دو گروه بدون کفی و گروه با کفی استفاده از کفی پلی اورتان یا PU تقسیم شدند. گروه استفاده از کفی PU، به مدت ۱۰ هفته از کفی مذکور در کفش مخصوص به خود، به طور مداوم استفاده کردند، اما گروه کنترل در طی این مدت مداخله ای نداشتند و به تمرینات متداول خود ادامه دادند. پس از ۱۰ هفته، هر دو گروه، مجددا مورد ارزیابی متغیرهای مذکور به عنوان پس آزمون قرار گرفتند و نتایج مربوط به تغییر هر متغیر ثبت گردید.

جهت تجزیه و تحلیل آماری، از نرم افزار SPSS مدل ۲۲ استفاده گردید. بدین منظور پس از استفاده از آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار) و بکارگیری آزمون کولموگروف اسمیرونوف جهت سنجش توزیع نرمال داده-ها، با هدف تعیین تاثیر کفی پلی اورتان PU بر متغیرهای مورد مطالعه در پژوهش حاضر، از آزمون آماری تی زوجی (Paired t -test) به منظور مقایسه تفاوت پیش آزمون و پس آزمون و از آزمون تی مستقل (Independent t-test) برای مقایسه تاثیر کفی بر تعادل ایستا، پویا و شاخص کف پایی زنان و مردان کراس فیت کار نخبه در سطح معناداری $p< ۰/۰۵$ استفاده گردید.

یافته ها

نتایج حاصل از مشخصات دموگرافیک آزمودنی های پژوهش در جدول ۱ قابل مشاهده است.

نتایج آزمون کولموگروف اسمیرونوف نشان دهنده نرمال بودن توزیع داده ها بود. نتایج آزمون تی وابسته در جدول ۲ نشان داده شده است. همان طور که در جدول فوق قابل ملاحظه است، تنها در متغیر تعادل پویا، بین زنان گروه کنترل و مداخله در مرحله پیش آزمون و پس آزمون نتایج معناداری مشاهده شد. همچنین نتایج آزمون تی همبسته در جدول ۲ نشان می دهد که تنها در متغیر تعادل پویا در گروه کنترل مردان و زنان هم در مرحله پیش آزمون و پس آزمون و در گروه تجربی تنها در مرحله پس آزمون زنان و مردان تفاوت معناداری قابل مشاهده است ($p≤۰/۰۵$).

بحث و نتیجه گیری

هدف از این تحقیق بررسی تاثیر استفاده از کفی PU بر عملکرد تعادلی ایستا و پویا ورزشکاران نخبه زن و مرد رشته کراس فیت بود. بدین منظور آزمودنی های مرد و زن رشته ورزشی کراس فیت به دو گروه با کفی و بدون کفی (گروه کنترل) تقسیم شدند و در مرحله اول شاخص کف پا مورد بررسی قرار گرفت که با توجه به نتایج پیش آزمون وضعیت چرخش به خارج برای اکثریت آزمودنی ها مشاهده شد، در مرحله پس آزمون با بررسی و مشاهده نتایج بهبود ایندکس کف پایی و حالت سوپینیتور (Supinator) کف پا حاصل شده بود اما در انتهای کار بر اساس نتایج کلی آزمایش نتیجه معنی داری ملاحظه نشد.در ادامه تعادل ایستا و پویای ورزشکاران که از اهداف اصلی تحقیق بودند مورد بررسی قرار گرفتند، بر اساس نتایج در گروه مردان تغییر معنی داری در هیچ یک از این دو رویت نشد و تنها تعادل پویای ورزشکاران زن تغییر معنی دار داشت و بهبود عملکرد را نشان داد اما تعادل ایستا در زنان نیز معنی دار نبود.

نتایج این تحقیق با گزارش مطالعه Payehdar و همکاران (۲۲) همخوانی ندارد. آن ها با استفاده از دستگاه تعادل سنج بایودکس نشان دادند که استفاده از کفی طبی نوسان کلی بدن را کاهش می‌دهد و تعادل را در افراد مبتلا به صافی کف پا افزایش می دهد (۲۲).

جدول ۱: مشخصات دموگرافیک آزمودنی های پژوهش

گروه	تعداد (نفر)	سن (سال) ± انحراف معیار ± میانگین	قد (سانتی متر) انحراف معیار ± میانگین	وزن (کیلوگرم) انحراف معیار ± میانگین	سابقه شرکت در تمرینات کراس فیت انحراف معیار ± میانگین
زنان با کفی	۷	۲۹/۵۷ ± ۳/۰۴	۱۶۴/۲۸ ± ۴/۸۸	۵۹/۸۳ ± ۵/۳۲	۴/۲۸ ± ۰/۷۵
زنان کنترل	۸	۲۸/۱۳ ± ۴/۹۹	۱۶۴/۴۶ ± ۵/۱۶	۵۸/۴۲ ± ۷/۰۸	۴/۲۵ ± ۰/۴۶
مردان با کفی	۹	۲۴/۵۶ ± ۲/۷۴	۱۷۶/۳۳ ± ۵/۱۷	۸۰/۶۶ ± ۱۰/۵۴	۴/۸۸ ± ۰/۶۰
مردان کنترل	۸	۲۷/۳۷ ± ۲/۹۷	۱۸۴/۸±۸۱/۰۱۳	۸۹/۹±۵۶/۰۹	۴/۸۷ ± ۰/۶۴

جدول ۲: نتایج آزمون های تحقیق

متغیر			گروه بدون کفی انحراف معیار ± میانگین	گروه با کفی انحراف معیار ± میانگین	آزمون t مستقل گروه بدون کفی t	آزمون t مستقل گروه بدون کفی p- مقدار	آزمون t مستقل گروه با کفی t	آزمون t مستقل گروه با کفی p- مقدار
شاخص کف پا (دستگاه فوت پرشر)	مردان	پیش آزمون	۸۹/۲۵±۲۳/۱۲۵	۸۸/۱۱±۱۴/۹۰	-۱/۴۷۲	۰/۱۶۳	-۰/۴۷۰	۰/۶۴۵
		پس آزمون	۹۸/۲۵±۸/۰۳	۹۵/۵۶±۱۲/۴۳	-۱/۶۷۸	۰/۱۱۶	-۰/۰۲۰	۰/۹۸۴
		t زوجی	-۱/۳۸۵	-۱/۱۹۳				
		p- مقدار	۰/۲۰۹	۰/۲۶۷				
	زنان	پیش آزمون	۱۰۳/۱۲±۱۳/۲۷	۹۲/۲۳±۲۰/۶۸	-۱/۴۷۲	۰/۱۶۳	-۰/۴۷۰	۰/۶۴۵
		پس آزمون	۱۰۸/۸۸±۱۴/۰۹	۹۵/۷۲±۱۸/۷۱	-۱/۶۷۸	۰/۱۱۶	-۰/۰۲۰	۰/۹۸۴
		t زوجی	-۱/۰۸۲	-۰/۴۸۱				
		p- مقدار	۰/۳۱۶	۰/۶۴۲				
تعادل ایستا (تست رومبرگ)	مردان	پیش آزمون	۵/۶۷±۵/۸۲	۵/۷۲±۶/۳۲	-۱/۳۳۷	۰/۲۰۲	-۱/۰۷۳	۰/۳۰۲
		پس آزمون	۳/۲۶±۱/۱۸	۶/۲۸±۳/۰۷	-۱/۵۳۷	۰/۱۴۶	-۱/۷۶۷	۰/۰۹۹
		t زوجی	۱/۳۶۱	-۰/۲۴۰				
		p- مقدار	۰/۲۱۶	۰/۸۱۷				
	زنان	پیش آزمون	۱۱/۳۸±۱۰/۵۷	۹/۳۶±۷/۲۷	-۱/۳۳۷	۰/۲۰۲	-۱/۰۷۳	۰/۳۰۲
		پس آزمون	۱۲/۲۶±۱۶/۵۲	۱۱/۶۴±۸/۴۸	-۱/۵۳۷	۰/۱۴۶	-۱/۷۶۷	۰/۰۹۹
		t زوجی	-۰/۳۹۶	-۱/۸۲۳				
		p- مقدار	۰/۷۰۴	۰/۱۱۸				
تعادل پویا (دستگاه تعادل سنج پویا)	مردان	پیش آزمون	۵۷/۶۳±۱۲/۹۷	۵۰/۳۳±۱۸/۵۴	-۴/۹۵۵	*۰/۰۰۰	-۱/۱۲۶	۰/۲۷۹
		پس آزمون	۶۱/۷۵±۱۱/۶۹	۵۷/۸۹±۱۸/۸۷	-۳/۸۷۶	*۰/۰۰۲	-۳/۶۱۸	* ۰/۰۰۳
		t زوجی	-۰/۸۲۴	-۱/۱۹۱				
		p- مقدار	۰/۴۳۷	۰/۲۶۸				
	زنان	پیش آزمون	۸۶/۱۳±۹/۸۲	۶۰/۲۸±۱۶/۰۹	-۴/۹۵۵	*۰/۰۰۰	-۱/۱۲۶	۰/۲۷۹
		پس آزمون	۸۳/۸۸±۱۱/۱۳	۸۷/۰۰±۱۰/۹۵	-۳/۸۷۶	*۰/۰۰۲	-۳/۶۱۸	*۰/۰۰۳
		t زوجی	۰/۸۳۰	-۷/۰۶۰				
		p- مقدار	۰/۴۳۴	* ۰/۰۰۰				

* تفاوت معنادار ($p<۰/۰۵$)

نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر با نتایج مطالعه Olmsted و همکاران (۲۳) همخوانی دارد. آن ها در مطالعه خود تأثیر کفی بر تعادل افراد با سه نوع کف پا (گنبدی، صاف و طبیعی) را بررسی کرده و تفاوت معنی داری را با استفاده از کفی گزارش نکردند (۲۳). علت احتمالی تفاوت در نتایج مطالعه حاضر با مطالعه آن ها زمان استفاده و پوشیدن کفی می باشد، زیرا افراد مورد مطالعه در مطالعه آن ها کفی را به مدت دو هفته و هر روز به مدت چهار ساعت از آن استفاده کرده اند.

پژوهش های متعددی گزارش کرده اند که استفاده از کفی های طبی، اثرات قابل توجهی بر گشتاور و حرکات در صفحه فرونتال (Frontal) دارد؛ با این حال، مطالعات کمی نیز نتایج متناقضی گزارش کرده اند. نتایج تحقیق حاضر همراستا با Ferber و همکاران (۲۴) می باشد، آن ها در

پژوهشی اثرات دو نوع کفی طبی بر الگوی کوپلینگ مفصلی و تغییرپذیری چرخش داخلی/خارجی ساق نسبت به اینورشن/ اورشن (Inversion/Eversion) مچ پا حین دویدن مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج آن ها نشان داد که استفاده از کفی طبی اثرات معناداری بر کوپلینگ (Coupling) و تغییرپذیری مفصلی ندارد (۲۴). اما در تحقیق دیگری، Khezri و همکاران (۲۵) نتایج متفاوتی گزارش کردند. آن ها در پژوهشی به بررسی اثر کفی طبی با درجات مختلف سختی بر کوپلینگ و تغییرپذیری کوپلینگ مفصلی اندام تحتانی در مرحله ایستای دویدن پرداختند. نتایج آن ها نشان داد که کفی طبی به‌طورکلی باعث تغییر الگوی کوپلینگ مفصلی می‌شود؛ در حالی که بین درجات سختی کفی تفاوتی در کوپلینگ مفصلی وجود ندارد. همچنین گزارش کردند که کفی طبی باعث کاهش تغییرپذیری کوپلینگ می شوند و کفی سخت نسبت به کفی نرم تغییرپذیری را بیشتر کاهش داده است و آن ها نتیجه گیری کردند که درجات سختی کفی عامل مؤثری در متغیر تغییرپذیری کوپلینگ مفصلی هست و هر چه کفی سخت تر باشد، باعث کاهش تغییرپذیری و به بیانی دیگر افزایش پایداری در ایجاد الگوهای هماهنگی می شود (۲۵).

همچنین نتایج تحقیق حاضر با مطالعه Tahmasebiو همکاران (۲۶) تناقض داشت، آن ها در پژوهشی پایداری ایستادن (سرعت تغییرات مرکز فشار) افراد مبتلا به کف پای صاف را با افراد طبیعی مقایسه کردند. علاوه بر این، اثر استفاده از کفی را بر پایداری ایستادن افراد مبتلا به کف پای صاف را بررسی کردند. آن ها گزارش کردند که تفاوت معناداری بین پایداری ایستادن در شرایط استفاده از کفی و بدون کفی وجود دارد (۲۶). مطالعه Telfer و همکاران (۲۷) نیز نتایج متناقضی نشان داد آن ها اثرات ارتز دست ساز را بر کینماتیک و کینتیک اندام تحتانی بررسی کردند. آزمودنی های این تحقیق ۱۲ نفر مبتلا به پرونیشن (Pronation) بیش از حد پا و ۱۲ نفر سالم بودند. در تحقیق آن ها زاویه کفی ها با دو درجه افزایش از ۶ درجه خارجی تا ۱۰ درجه داخلی ساخته شد. آن ها اثرات خطی و معناداری در زاویه ودج (Wedge) فی ها بر حداکثر و میانگین اورشن (Eversion) پاشنه، گشتاور اورشن مچ و گشتاور اداکشن (Adduction) زانو مشاهده کردند. در نهایت نتیجه گرفتند که استفاده از کفی دست‌ساز اثرات خطی بر مفصل زانو و عضلات پشت پای افراد مبتلا به پرونیشن بیش از حد دارد (۲۷). همچنین Priplata و همکاران (۵) با انجام تحقیقی بر روی ۲۷ سالمند بالاتر از ۶۵ سال نشان دادن که استفاده از کفی طبی ارتعاشی، باعث افزایش بازخورد، کاهش نوسانات قامتی و افزایش عملکرد در فعالیت های تعادلی پویا می‌شود و این امر منجر به فراهم کردن اطلاعات حسی افزوده برای جبران نقص در سیستم حس عمقی می‌شود (۵). Nester و همکاران (۲۸) به بررسی اثرات کفی طبی با گوه داخلی و خارجی بر گشتاور پشت پا، زانو، ران، کینتیک و کینماتیک راه رفتن پرداختند. پارامترهای مرتبط به راه رفتن ۱۵ آزمودنی (۷ مرد و ۸ زن) در سه حالت استفاده از کفش، کفش با کفی داخلی (گوه داخلی) و کفی خارجی (گوه خارجی) اندازه‌گیری شد. نتایج تحقیق آن ها نشان داد که کفی بیشترین اثر را بر زاویه پشت پا دارد و اثرات کمی بر مفاصل زانو، ران و لگن دارد. کفی طبی داخلی و خارجی به ترتیب پرونیشن پشت پا را در مرحله تماس کاهش و افزایش داد. تفاوت ها در مقادیر زاویه ای ممکن است به دلیل بالا آمدن داخل کفش به وسیله پهنای کفی مصنوعی باشد و مقادیر زاویه ای کمپلکس پشت پا را تغییر دهد. این پیشنهاد شد، زیرا هر دوکفی اثرات یکسانی بر کمپلکس پشت پا در فازمید استانس (Mid-Stance) داشته اند. با این‌وجود اثرات در فاز ضربه متفاوت بوده است. تغییرات در دامنه حرکات چرخش ساق نسبت به پا و انتقال در موقعیت زاویه ای ساق نسبت به پا در صفحه هوریزنتال (Horizontal) باعث کاهش/افزایش پرونیشن پا به ترتیب در استفاده از گوه داخلی و خارجی شده است (۲۸). Genova و همکاران (۲۹) در تحقیقی روی افراد مبتلا به پرونیشن بیش از حد پا، اورشن پشت پا بعد از استفاده از کفی در شرایط راه رفتن و ایستادن را بررسی کردند. نتایج آن ها در شرایط ایستاده نشان داد که اورشن پاشنه در شرایط بدون کفش از شرایط ارتز و کفش بزرگ تر بود. همچنین در وضعیت راه رفتن نیز آن ها نشان داد که ارتز پا باعث کاهش معنادار حداکثر اورشن پاشنه (هر دو حدود ۲ درجه) در لحظه جدا شدن پاشنه طی راه رفتن روی تردمیل می شود (۲۹). Eslami و Feber (۳۰) از روش وکتورکودینگ (Vector Coding) برای فهم اثر تعاملی کفی و افت ناوی بر مکانیک حرکت آدمی استفاده کردند. آن‌ها ۵۰ درصد ابتدایی مرحله ایستای دویدن را بررسی کردند و فازهای یک تا چهار را

بدین صورت تعریف نمودند: ۰ تا ۵ درصد، ۵ تا ۲۰ درصد، ۲۰ تا ۳۵ درصد و ۳۵ تا ۵۰ درصد. آن ها گزارش کردند که افت ناوی تأثیری بر الگوی حرکت پا نگذاشت. همچنین کفی در فازهای اول و دوم تأثیری بر الگو نگذاشت که با نتایج ما هم‌جهت بود. اما در فازهای سوم و چهارم کفی باعث می شد که زاویه کوپلینگ جلو-عقب پا به طور معناداری کاهش یابد که در تناقض با نتایج این پژوهش بود. کاهش این زاویه نشان از حرکت کمتر جلوی پا نسبت به عقب پا در خلال بارگیری است. آن ها اثر تعاملی معناداری بین شرایط و فازها پیدا کردند که مقدار معنی داری بالا نشان از تأثیر سیستماتیک کفی بدون توجه به تفاوت فردی آزمودنی ها در افت ناوی و یا زاویه کوپلینگ دارد. با این‌حال نتایج آن ها نشان داد که اثر تعاملی افت ناوی با شرایط معنادار نبوده است. این بدان معناست که مقادیر کم یا زیاد افت ناوی در افراد، باعث تفاوت معنادار کوپلینگ مفصلی در شرایط مختلف نمی شود (۳۰).

Chen و همکاران (۳۱) تقریبا نتایج مشابهی داشتند هرچند که برخی از متغیرها و پارامترهای آن ها تفاوت داشت. آن ها در تحقیقی تأثیر کفی طبی روی الگوی راه رفتن افراد مبتلا به کف پای صاف را بررسی کردند. آن ها اطلاعات کینماتیک و کینتیک راه رفتن یازده فرد مبتلا به کف پای صاف را در شرایط بدون کفش، با کفش و با کفش و کفی بررسی کردند. نتایج آن ها نشان داد که راه رفتن با کفش-کفی و راه رفتن با کفش باعث افزایش گشتاور و زاویه دورسی فلکشن (Dorsi Flexion) شده است، همچنین اوج زاویه پلانتار فلکشن (Plantar Flexion) و گشتاورش نیز کاهش یافته است. به علاوه راه رفتن با کفش و کفی و راه رفتن با کفش حداکثر گشتاور واروس (Varus) را در زانو افزایش داده است. اثرات کفی بر زانو و ران حداقل بوده است و تفاوت معنی‌داری بین راه رفتن با کفش و راه رفتن با کفش-کفی طبی مشاهده نشده است. نتایج آن ها نشان داد که ارتزها اثر قابل‌توجهی بر زاویه پلانتار فلکشن و گشتاور زاویه ای مچ پا در صفحه ساجیتال (Sagittal) و در مرحله ایستای راه رفتن دارد. همچنین آن ها گزارش کردند که کفی‌ها و کفش‌های دست‌ساز، اثر معنی‌داری بر پرونیشن مچ پا و گشتاور ندارد (۳۱).

در تحقیقی Ferber و همکاران (۲۴) نتایج مشابهی گزارش کردند، آن ها اثرات دو نوع کفی طبی بر الگوی کوپلینگ مفصلی و تغییرپذیری چرخش داخلی/خارجی ساق نسبت به اینورشن/ اورشن مچ پا حین دویدن را با یکدیگر مقایسه کردند. نتایج آن ها نشان داد که استفاده از کفی طبی اثرات معناداری بر کوپلینگ و تغییرپذیری مفصلی ندارد. در نهایت آن ها نتیجه گرفتند که راحتی هنگام استفاده از کفی طبی، احتمالا به دلایل دیگری غیر از تغییرات کوپلینگ مربوط هست (۳۲). فاکتورهایی ممکن است نتایج آن ها را تحت تأثیر قرا داده باشد. به عنوان مثال ماهیت مطالعه ی آن ها از نوع گذشته نگر بود؛ بنابراین، ممکن است که الگوی کوپلینگ مفصلی دیده شده در افراد تحت درمان، قبل از آسیب آن ها ارائه نشده باشد. در مطالعات آینده نگر، درک روشنی از ارتباط بین الگوی کوپلینگ مفصلی و آسیب مورد نیاز است. ثانیا افراد تحت درمان آن ها از ارتز به صورت مزمن استفاده کردند و شرایط بدون کفش مکانیسم دونده ها را به طور صحیحی قبل از شروع درمان با ارتز نشان نمی دهد؛ بنابراین، تفاوت های واقعی بین شرایط بدون ارتز، ارتز استاندارد و ارتز اینورتد (Inverted) ممکن است پنهان و پوشیده شده باشد (۲۴). همچنین Branthwaite و همکاران (۳۳) تأثیر دو نوع کفی طبی ساده را بر کینماتیک حرکات سه بعدی راه رفتن بررسی کردند. نتایج نشان داده که هر دوکفی باعث کاهش زاویه اورشن شده است، اما این کاهش معنادار تنها در یکی از کفی ها مشاهده شد و در میانگین زاویه اورشن بین این دوکفی تفاوت معنادار وجود نداشت (۳۳). همچنین Nigg و همکاران (۳۴) نیز تغییرات اوج نیروی عمودی، زمان وقوع اوج نیروی عمودی و بیشترین درجه‌ی بارگذاری عمودی را در یک گروه دونده که کفش های مخصوص دویدن با چهار نوع کفی ویسکوالاستیک (Visco-Elstic) مختلف پوشیده بودند را مقایسه کردند که نتایج مشابهی را با تحقیق حاضر داشتند، نتایج نشان داد که کفی های مختلف اثرات محسوسی بر بی‌ثباتی های کینماتیکی و کینتیکی اندازه‌گیری شده، نداشته اند. به علاوه بهبودی در الگوی راه رفتن، به خصوص در سطح ساجیتال دوندگان، به مراتب کمتر از حد انتظار بود (۳۴). Eng و Pierrynowski (۳۵) گزارش کردند که استفاده از کفی های نرم هیچ اثر ظاهری بر حرکات در سطح ساجیتال بیماران سندرم کشککی رانی نداشته است ولی باعث کاهش زاویه‌ی مفصل ساب تالار حدود ۳ – ۱ درجه در صفحه عرضی و فرونتال شده است (۳۵).

با توجه به تأثیر مثبت کفی بر روی تعادل ایستای زنان ورزشکار در رشته کراس‌فیت انتظار می رود با انجام صحیح و مداوم تمرینات و استفاده مستمر از کفی شاخص های کف پایی، تعادل ایستا و پویای ورزشکاران بهبود داشته باشند. عدم معنی داری در متغیرهای گروه مردان و متغیرهای شاخص کف‌پایی و تعادل ایستای زنان به معنی مفید نبودن کفی طبی نمی باشد. شاید استفاده در مدت زمان طولانی تر بیش از زمان در نظر گرفته شده در پژوهش اخیر بتواند تاثیر معناداری روی مولفه های بیومکانیکی تعادلی و شاخص کف پایی در مردان کراس فیت کار را نشان دهد.

سپاسگزاری

مراحل اجرا و ارزیابی آزمودنی ها نیز توسط کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی با کد-SSRI.REC 2202-1500 مورد تایید قرار گرفت

منابع

1. Franco AH. Pes cavus and pes planus: analyses and treatment. PTs 1987; 67(5): 688-694.
2. Wright WG, Ivanenko YP, Gurfinkel VS. Foot anatomy specialization for postural sensation and control. K J Neurophysiol. 2012; 107(5): 1513-1521.
3. Allum J, Pfaltz C. Visual and vestibular contributions to pitch sway stabilization in the ankle muscles of normals and patients with bilateral peripheral vestibular deficits. Exp. Brain Res. 1985; 58(1): 82-94.
4. Queen RM, Mall NA, Nunley JA, Chuckpaiwong B. Differences in plantar loading between flat and normal feet during different athletic tasks. Gait posture 2009; 29(4): 582-586.
5. Priplata AA, Niemi JB, Harry JD, Lipsitz LA, Collins JJ. Vibrating insoles and balance control in elderly people. The lancet 2003; 362(9390): 1123-1124.
6. Matsumoto M, Yamamoto K. Foot arch height, toe flexor strength, and dynamic balance ability in collegiate female dancers and non-dancers.J. Phys. Ther. Sci. 2022; 34(2): 135-139.
7. Riemann BL, Myers JB, Lephart SM. Sensorimotor system measurement techniques. J. Athl. Train. 2002; 37(1): 85-91.
8. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: translating research into clinical practice: Lippincott Williams & Wilkins; 2007. 125-126.
9. Paolillo FR ,da Costa PHL, Mendes PVB, da Cruz DMC, et al. Effects of the infrared laser on classical ballerinas' feet: Analysis of plantar foot and static balance. J Bodyw Mov 2021; 26: 246-252.
10. Mattacola CG, Dwyer MK, Miller AK, Uhl TL, et al. Effect of orthoses on postural stability in asymptomatic subjects with rearfoot malalignment during a 6-week acclimation period. Arch Phys. Med Rehab. 2007; 88(5): 653-660.
11. Gribble PA, Hertel J. Considerations for normalizing measures of the Star Excursion Balance Test. Meas Phys Educ Exerc Sci 2003; 7(2): 89-1

12. Fattahi A, Koreili Z, Ameli M. Instantaneous Effect of Insole on the Balance of Adolescents With Flat Foot and Pes Cavus. Sport Biomech. 2020; 6(1): 44-53.

13. Molla RY, Sadeghi H, Bayati A. The comparison of static balance among the elite shooters of the iranian national rifle and pistol shooting team with an emphasis on principle anthropometric indicators. JClin Phys Res 2018; 3(3): 105-112.

14. Kido M, Ikoma K, Hara Y, Imai K, et al. Effect of therapeutic insoles on the medial longitudinal arch in patients with flatfoot deformity :a three-dimensional loading computed tomography study. Clin Biomech. 2014; 29(10): 1095-1098.

15. Smith SG, Yokich MK, Beaudette SM, Brown SH, Bent LR. Cutaneous Sensitivity Across Regions of the Foot Sole and Dorsum are Influenced by Foot Posture .Front BioengBiotechnol. 2021; 9(3): 34-39..

16. Van Geffen J, Dijkstra P, Hof A, Halbertsma J, Postema K. Effect of flat insoles with different Shore A values on posture stability in diabetic neuropathy. Prosthet orthot int 2007, 31(3): 228-235.

17. Hamill J, Bates B, Knutzen K, Kirkpatrick G. Relationship between selected static an dynamic lower extremity measures. Clin Biomech. 1989; 4(4): 217-225.

18. Lai Z, Hu X, Xu L, Dong K, Wang L. Evaluating the Function of the Foot Core System in the Elderly. J Vis Exp 2022; 181.

19. Wako M, Fujimaki T, Koyama K, Furuya N, et al. A cross-sectional study on the correlations between floating toe, plantar arch posture, and body composition in 8-year-old children. Foot and Ankle Surgery 2022; 28(7): 1035-1039.

20. Perry SD, Radtke A, McIlroy WE, Fernie GR, Maki BE. Efficacy and effectiveness of a balance-enhancing insole. The Journals of Gerontology Series A: Biol Sci Med Sci 2008; 63(6): 595-602.

21. Jenkins M, Almeida Q, Spaulding S, Van Oostveen R, et al. Plantar cutaneous sensory stimulation improves single-limb support time, and EMG activation patterns among individuals with Parkinson's disease. Parkinsonism & related disorders 2009; 15(9): 697-702.

22. Payehdar S, Saeedi H, Ahmadi A, Kamali M, et al. Comparing the immediate effects of UCBL and modified foot orthoses on postural sway in people with flexible flatfoot. Prosth orth Int 2016; 40(1): 117-122.

23. Olmsted LC, Hertel J. Influence of foot type and orthotics on static and dynamic postural control. J Sport Rehab 2004; 13(1): 54-66.

24. Ferber R, Davis IM, Williams III DS. Effect of foot orthotics on rearfoot and tibia joint coupling patterns and variability. J biomech 2005; 38(3): 477-483.

25. Khezri D. The effects of different stiffness of soles on coordination of lower extremity joint during stance phase of running: Master's thesis, Department of Physical Education and Sport Sciences. 2016.

26. Tahmasebi R, Karimi MT, Satvati B, Fatoye F. Evaluation of standing stability in individuals with flatfeet. Foot ankle special 2015; 8(3): 168-174.

27. Telfer S, Abbott M, Steultjens M, Rafferty D, Woodburn J. Dose–response effects of customised foot orthoses on lower limb muscle activity and plantar pressures in pronated foot type. Gait posture 2013; 38(3): 443-449.

28. Nester C, Van Der Linden M, Bowker P. Effect of foot orthoses on the kinematics and kinetics of normal walking gait. Gait posture 2003; 17(2): 180-187.

29. Genova JM, Gross MT. Effect of foot orthotics on calcaneal eversion during standing and treadmill walking for subjects with abnormal pronation. J OrthSports Phys Ther 2000; 30(11): 664-675.

30. Eslami M, Ferber R. Can orthoses and navicular drop affect foot motion patterns during running? J Sci Med Sport 2013; 16(4): 377-381.

31. Chen Y-C, Lou S-Z, Huang C-Y, Su F-C. Effects of foot orthoses on gait patterns of flat feet patients. Clin Biomech 2010; 25(3): 265-270.

32. Djun MHT, Chay JTC. The Association Between Foot Structure and Foot Kinematics During Slow Running. J Am Pod Med Assoc 2021111(6)..

33. Branthwaite HR, Payton CJ, Chockalingam N. The effect of simple insoles on three-dimensional foot motion during normal walking. Clin Biomech 2004; 19(9): 972-977.

34. Nigg B, Herzog W, Read L. Effect of viscoelastic shoe insoles on vertical impact forces in heel-toe running. Am J sports med 1988; 16(1): 70-76.

35. Eng JJ, Pierrynowski MR. The effect of soft foot orthotics on three-dimensional lower-limb kinematics during walking and running. Phys Ther 1994; 74(9): 836-844.