تأثیر سفتی کفی کفش در دو سرعت مختلف بر سفتی پا طی فاز اتکا دویدن مردان فعال

زینب تازیکه لمسکی[۱]، منصور اسلامی[۲]، فرشته حبیبی تیرتاشی[۳]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: اثر کفی کفش با ویژگی‌های مختلف و در سرعت‌های مختلف دویدن، روی سفتی پایین تنه هنوز ناشناخته است. هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی اثر دو نوع کفی (نرم و نیمه سخت) در دو سرعت مختلف دویدن بر سفتی پا طی فاز اتکای دویدن مردان فعال بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه، ۱۵ مرد بدون هیچ گونه سابقه آسیب در اندام تحتانی انتخاب شدند. از آزمودنی‌ها درخواست شد که با دو سرعت کنترل شده ۰/۲ ± ۳/۰ و ۰/۱ ± ۵/۰ متر بر ثانیه در شرایط کنترل و کفی (نرم و نیمه سخت)، بر روی صفحه نیرو که وسط یک باند ۱۵ متری قرار داشت، بدوند. سینماتیک و سینتیک حرکت با استفاده از ۵ دوربین ویدئو و یک صفحه نیرو اندازه‌گیری و محاسبه گردید. سفتی پا با تقسیم نیروی عکس‌العمل عمودی زمین بر تغییر طول پا به دست آمد. جهت تست فرضیات، آزمون ANOVA دوطرفه با اندازه‌گیری مکرر مورد استفاده قرار گرفت ($P \leq ۰/۰۵۰$).

یافته‌ها: اختلاف معنی‌داری بین دو نوع کفی در سفتی پا وجود داشت و کفی نیمه سخت، سفتی پا را به طور معنی‌داری افزایش داد ($P < ۰/۰۰۱$)، اما این اختلاف به سرعت دویدن بستگی نداشت ($P = ۰/۹۹۰$). همچنین، تفاوت معنی‌داری در سفتی پا در دو سرعت مختلف مشاهده نشد ($P = ۰/۶۳۲$).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد که با افزایش سفتی کفی کفش، ممکن است سفتی پا نیز افزایش یابد. همچنین، اثر کفی بر سفتی پا به سرعت دویدن بستگی ندارد و سفتی، با دویدن در سرعت پایین تا متوسط ثابت می‌ماند.

کلید واژه‌ها: کفی، سفتی پا، سرعت

ارجاع: تازیکه لمسکی زینب، اسلامی منصور، حبیبی تیرتاشی فرشته. **تأثیر سفتی کفی کفش در دو سرعت مختلف بر سفتی پا طی فاز اتکا دویدن مردان فعال.** پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۵؛ ۱۲ (۱): ۴۱-۳۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۲۳

مقدمه

سفتی مقاومتی است که یک جسم در برابر تغییر شکل از خود نشان می‌دهد. این شاخص یک متغیر بیومکانیکی مهم در بهبود Performance در مهارت‌های ورزشی است؛ به گونه‌ای که افزایش سفتی باعث افزایش سرعت اجرای مهارت، طول گام در دویدن، Hopping frequency، ارتفاع پرش و بهبود کارایی دویدن می‌شود (۱). همچنین، سفتی می‌تواند در میزان آسیب دیدگی ورزشکاران نقش مهمی داشته باشد؛ به طوری که سفتی زیاد باعث افزایش میزان آسیب استخوانی و سفتی کم باعث افزایش آسیب بافت‌های نرم شده است (۲). بنابراین، با توجه به نقش سفتی در مهارت‌های ورزشی، بررسی این شاخص و عوامل مؤثر بر آن از اهمیت بسزایی برخوردار است.

در بین انواع سفتی، سفتی پا (Leg stiffness) که نسبت حداکثر نیروی عکس‌العمل عمودی زمین به حداکثر فشردگی (تغییر طول پا) از لحظه تماس پاشنه با زمین تا Midstance است، به طور مستقیم حین اجرای فعالیت قابل اندازه‌گیری است. ضربه عمودی، تحت تأثیر دو عامل نیروی اعمال شده به زمین و مدت زمان اعمال این نیرو است. نیروی اعمال شده به نیروی عضلانی و زمان اعمال نیرو نیز به دامنه حرکتی مفاصل بستگی دارد. طبق گزارشات کفی و کفش به دلیل تماس مستقیم با زمین در فاز اتکا دویدن می‌تواند اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین (Vertical ground reaction force یا VGRF) و ضربه عمودی را به شکل معنی‌داری تغییر دهد (۵-۳). با توجه به این که نیروی عکس‌العمل زمین از مؤلفه‌های اصلی سفتی پا است، بنابراین، کفی‌ها می‌توانند میزان سفتی پا را تحت تأثیر قرار دهد.

یکی از راه‌های جلوگیری از آسیب بیشتر در ورزشکاران، استفاده ازکفی‌ها است (۵). بنابراین، در بسیاری از مهارت‌های ورزشی از جمله دویدن، افراد کفی را برای جلوگیری از آسیب‌ها و بهبود اجرا استفاده می‌کنند (۶). کفی‌ها از نظر جنس با هم متفاوت هستند و این تفاوت می‌تواند بر VGRF مؤثر باشد. بنابراین، اغلب محققان در مطالعات مختلف برای ارزیابی اثر کفی بر VGRF از جنس‌های مختلف کفی از جمله کفی‌های نرم (Soft) و نیمه سخت (Semi rigid) استفاده می‌کنند. در یک مطالعه مشخص شد که به دنبال استفاده از کفی نیمه سخت، VGRF به

۱- کارشناس ارشد، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
۲- دانشیار، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
۳- دانشجوی دکتری، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
نویسنده مسؤول: زینب تازیکه لمسکی
Email: z.tazike@yahoo.com

طور معنی‌داری کاهش یافت (۷). مطالعه دیگری اثر سه نوع کفی نرم، نیمه سخت و سخت را بر VGRFدر طی فاز اتکا دویدن بررسی و گزارش کرد که کفی نیمه سخت تغییر معنی‌داری در VGRF ایجاد نکرد؛ در حالی که VGRF در کفی نرم در مقایسه با کفی سخت (Rigid) به طور معنی‌داری بیشتر بود (۵). از طرفی، در تحقیق دیگری تأثیر سفتی کفی بر VGRF بررسی شد که تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (۸). با وجود این تناقض‌ها، می‌توان دریافت که اثر جنس کفی بر VGRF که فاکتوری مرتبط با سفتی پا است، هنوز به روشنی درک نشده است.

از طرف دیگر، مطالعات نشان داد که سرعت دویدن بر تواتر گام (تعداد گام‌ها در واحد زمان) و VGRF اثر دارد (۹). از آن‌جایی که سفتی پا با تغییر تواتر گام تغییر می‌کند (۱۰) و همچنین، VGRF که یکی از فاکتورهای مرتبط با سفتی است، با افزایش سرعت دویدن به تدریج افزایش می‌یابد (۹)، سفتی پا می‌تواند تحت تأثیر سرعت دویدن باشد؛ بنابراین، ممکن است که اثر کفی بر سفتی پا تحت تأثیر سرعت دویدن قرار گیرد. مقالاتی که اثر سرعت دویدن را بر متغیرهای بیومکانیکی بررسی کردند، سرعت دویدن را در سه دامنه پایین (سه متر بر ثانیه)، متوسط (پنج متر بر ثانیه) و بالا در نظر گرفتند (۱۱). در این تحقیق، جهت بررسی اثر سرعت بر سفتی از سرعت سه متر بر ثانیه و پنج متر بر ثانیه استفاده شد. بر این اساس هدف پژوهش حاضر، بررسی اثر سرعت و سفتی کفی بر سفتی پا طی فاز اتکا دویدن بود. فرضیه این بود که کفی‌های مختلف (از نظر جنس) اثر متفاوتی بر سفتی پا طی فاز اتکا دویدن دارد. نتایج این تحقیق می‌تواند به ورزشکاران و مربیان در انتخاب کفی مناسب جهت شرکت در مسابقات و تمرینات کمک نماید.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع میدانی و نیمه تجربی بود که در آن ۱۵ نفر از دانشجویان مرد تربیت بدنی دانشگاه مازندران انتخاب شدند. مطالعه در آزمایشگاه بیومکانیک دانشکده تربیت بدنی دانشگاه مازندران انجام شد. دانشگاه مازندران کلیه مراحل این پژوهش را از نظر رعایت دستورالعمل‌های اخلاقی تأیید نمود. با توجه به این که افراد غیر فعال و بدون سابقه دویدن، تنظیمات و اصلاحاتی را در الگو و شرایط دویدن خود ایجاد می‌کنند، همواره این امکان وجود دارد که این عدم سابقه دویدن، به خصوص در محیط‌های آزمایشگاهی منجر به نتایج نامعقول و نامعتبری شود (۱۲). برای این منظور، در این تحقیق از دانشجویانی استفاده شد که به طور منظم و حداقل دو جلسه در هفته فعالیت می‌کردند و در گذشته نیز سابقه فعالیت دویدن داشته‌اند. زمانی که الگوی دویدن فرد از حالت نرمال خود خارج شود، می‌تواند بر نیروی عکس‌العمل زمین تأثیر بگذارد. بنابراین، آزمودنی‌هایی وارد شدند که همگی دارای الگوی گام برداری صحیح پاشنه- پنجه بودند. روش نمونه‌گیری از نوع آسان یا در دسترس بود. حجم نمونه در روش تحلیل توان آزمون (Power analysis) بر اساس مطالعات گذشته بر روی اثرات سینماتیکی و سینتیکی کفی تعیین شد (۱۳، ۷).

سلامت جسمانی (عدم وجود هرگونه آسیب در ۱۲ ماه گذشته و عدم ناهنجاری در اندام تحتانی) کلیه آزمودنی‌ها قبل از اجرای پروتکل پژوهشی توسط پزشک متخصص ارزیابی شد و آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه پروتکل تحقیقی را امضا نمودند. هرگونه مشکلات پاسچری و اسکلتی عضلانی و دفورمیتی‌های پایین تنه نظیر زانوی پرانتزی و ضربدری، صافی و گودی کف پا، پیچش درشت نئی، پیچ خوردگی مزمن مچ پا، شکستگی، دررفتگی، بیماری‌هایی نظیر شکستگی استرسی، استئوآرتریت، شین اسپلینت، دردهای ساق و پا به عنوان متغیر خروج آزمودنی از مطالعه تعیین شد (۱۲). احراز این متغیرها از ارزیابی بالینی توسط متخصص ارتوپد و همچنین، اطلاعات حاصل از پرسش‌نامه اطلاعات فردی مسجل شد. به این منظور، اطمینان حاصل شد که هیچ کدام سابقه شکستگی، جراحی نداشته و در شش ماه گذشته دچار سوختگی، ضرب‌دیدگی و زخم در اندام تحتانی نشده باشند. کلیه آزمودنی‌ها دارای شاخص افتادگی ناوی طبیعی بودند. میزان افتادگی ناوی با استفاده از روش برودی (Brody) ارزیابی شد (۵). در این روش، ارتفاع برجستگی ناوی از زمین در دو حالت ایستاده و نشسته اندازه‌گیری شده و میزان ۵ تا ۹ میلی‌متر به عنوان محدوده شاخص قوس کف پایی طبیعی در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری واروس زانو، فرد با اندام تحتانی برهنه ایستاده؛ به طوری که زانوها در باز شدن کامل (Extension) قوزک‌ها به هم چسبیده و کشکک به طرف قدام باشد. آن‌گاه فاصله بین دو اپی‌کندیل داخلی زانو اندازه‌گیری و مقدار کمتر از ۲ سانتی‌متر به عنوان طبیعی در نظر گرفته شد (۱۴). برای والگوس زانو، طی ایستادن، اکستنشن کامل زانوها و کشکک‌های رو به قدام، فاصله بین دو قوزک داخلی پا اندازه و میزان کمتر از ۱۰ سانتی‌متر به عنوان طبیعی تعریف شده است (۱۵).

در پژوهش حاضر، ۲ نوع کفی کفش با شکل مشابه و مواد ترکیبی (سفتی) متفاوت به ترتیب کفی نرم و نیمه سخت استفاده شد. این کفی‌ها پیش ساخته بود و طولی برابر طول پا داشت. این کفی‌ها در ۲ سایز مختلف متناسب با طول پای آزمودنی‌ها ساخته شد و به این شکل نبود که به طور کامل سفارشی باشد و از روی پای هر آزمودنی قالب‌گیری شود. ضخامت فوم‌های تشکیل دهنده کفی‌ها عبارت بود از فوم نرم و فوم نیمه سخت ۵ میلی‌متر، ضخامت پلی پروپیلن (P.P) ۲/۰-۱/۵ میلی‌متر و پلی‌فوم سخت ۷ میلی‌متر. همچنین، به طور کلی ضخامت کفی‌ها در زیر پاشنه ۶ تا۱۰میلی‌متر و در مرکز قوس طولی داخلی، به ۲۵ تا۳۰ میلی‌متر می‌رسید. ویژگی مربوط به هر کفی در جدول ۱ گزارش شده است. قابل ذکر است که ترکیب مولکولی ماده به کار برده شده در ساخت فوم‌ها یکسان بود. عاملی که باعث می‌شد تا فوم سخت سفت‌تر از پلی‌فوم استخوانی باشد، ریختن مقدار ماده بیشتر در قالب حین ساخت فوم سخت بود که باعث شد فوم سخت فشرده‌تر و سفت‌تر گردد؛ در حالی که هنگام ساخت پلی‌فوم استخوانی مواد ریخته شده در قالب به اندازه‌ای بود که میزان فضای خالی بیشتری بین مواد به وجود آید و فوم پف بیشتر و فشردگی کمتری داشته باشد. کفی کفش شرایط شاهد، کفی استاندارد کفش آزمون بود. کفی استاندارد، کفی نازکی بود که توسط شرکت سازنده کفش در داخل کفش تعبیه شده بود (۵).

جدول ۱. ویژگی‌های کفی‌های استفاده شده در این پژوهش

نوع کفی	لایه اول	لایه دوم	لایه سوم	لایه چهارم
کفی نرم	فوم نرم	پلی‌پروپیلن (P.P)	پلی‌فوم استخوانی	پلی‌فوم سخت
کفی نیمه‌سخت	فوم نیمه‌سخت	پلی‌پروپیلن (P.P)	پلی‌فوم استخوانی	پلی‌فوم سخت

www.mui.ac.ir

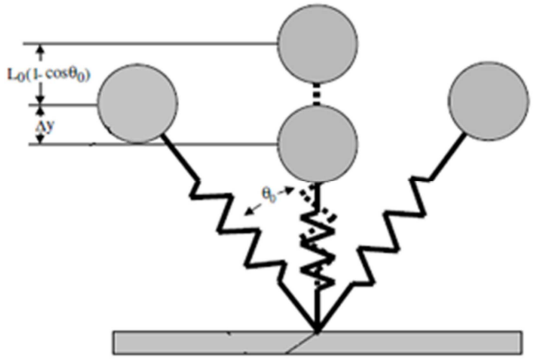
برای شناسایی موقعیت مکانی نشانگرها و نیروی عکس‌العمل زمین از ۵ دوربین (JVC-9X00، ساخت کشور ژاپن، سرعت تصویربرداری ۲۰۰ فریم در ثانیه) و ۱ صفحه نیرو (Kistler مدل Winterthor، فرکانس نمونه‌برداری ۱۰۰۰ هرتز، ساخت کشور سوئیس) استفاده شد. جهت کنترل سرعت از کرنومتر (Q&Q، مدل HS43T، با دقت ۰/۰۱ ثانیه، ساخت کشور ژاپن) استفاده شد. به این منظور، با تقسیم مسافت نقطه شروع تا صفحه نیرو (۱۵ متر) بر زمان جابه‌جایی، سرعت آزمودنی مشخص شد. برای تعیین دستگاه مختصات آناتومیک، مرکز ثقل هر اندام و مرکز مفصل از ۱۹ مارکر با ابعاد ۲۲ میلی‌متر استفاده شد (۱۶). مارکرهابر روی لند مارک‌های استخوانی شامل خارخاصره قدامی فوقانی راست و چپ، تروکانتر بزرگ ران، اپی‌کندیل داخلی و خارجی ران، قوزک‌های داخلی و خارجی، پاشنه، دومین استخوان کف پایی، پنجمین استخوان کف پایی و سر انگشت شست (روی کفش در ناحیه‌ای که مربوط به انتهای دیستال انگشت شست (Toe) بود)، قرار داده شد. همچنین، ۴ مارکر در قالب یک کلاستر در بخش میانی سمت خارجی ران و ۴ مارکر در قالب یک کلاستر در بخش میانی سمت خارجی ساق قرار گرفت.

در این تحقیق، پس از نصب مارکرها ابتدا از آزمودنی‌ها که به حالت آناتومیک بر روی صفحه نیرو قرار گرفتند، یک تصویر آناتومیک گرفته شد. سپس، با جدا کردن ۸ مارکر، خار خاصره قدامی فوقانی سمت راست و سمت چپ، تروکانتر بزرگ ران، اپی‌کندیل داخلی و خارجی، قوزک‌های داخلی و خارجی و سر انگشت شست آزمودنی‌ها در ۲ آزمون شرکت کردند.

در شرایط شاهد، آزمودنی باید با کفش New balance مدل ۶۵۸ (New balance arch support company، ساخت کشور آمریکا) و بدون تغییر کفی می‌دوید. نوع کفش همه آزمودنی‌ها یکسان بود. در حقیقت، برای حذف مداخله‌گر کفش، کفشی که برای نمونه‌گیری استفاده شد، ۲ جفت کفش ورزشی یکسان با ۲ سایز مختلف متناسب با اندازه پای آزمودنی‌ها در نظر گرفته شد. پروتکل اجرایی مطالعه حاضر شامل ۲ تست بود. در تست اول، آزمودنی با میانگین سرعت ۰/۲ ± ۳/۰ متر بر ثانیه در سه حالت شاهد، کفی نرم و کفی نیمه‌سخت دوید و در تست دوم آزمودنی با میانگین سرعت ۰/۱ ± ۵/۰ متر بر ثانیه در سه حالت شاهد، کفی نرم و کفی نیمه‌سخت دوید. در فرمول محاسبه سرعت دویدن، میزان جابه‌جایی همان فاصله شروع دویدن تا صفحه نیرو بود که مقدار ثابتی است. زمانی که فرد شروع به دویدن کرد تا لحظه جدا شدن پنجه پا از صفحه نیرو ثبت و همزمان سرعت محاسبه شد. اگر سرعت محاسبه شده در دامنه سرعت تعیین شده در مطالعه بود، آن کوشش پذیرفته می‌شد و در غیر این صورت آزمون دوباره تکرار می‌شد. همچنین، توالی استفاده از کفی‌ها در تست‌ها در هر آزمودنی به صورت تصادفی اجرا شد تا بر نتایج تأثیر نگذارد. پس از گرم کردن اولیه، از آزمودنی‌ها خواسته شد که در مسیر دویدن قرار گرفته و شروع به دویدن نمایند. مسیر دویدن ۲۵ متر بود و صفحه نیرو در فاصله ۱۵ متری از نقطه شروع قرار داشت. صفحه نیرو دارای ۶۰ سانتی‌متر طول و عرض ۴۰ سانتی‌متر بوده و در راستای باند دویدن، در یک مکان مناسب به طوری که آزمودنی‌ها قادر به تشخیص آن نباشند، جاسازی شد. کالیبریشن صفحه نیرو بر اساس مفروضات کارخانه‌ای با قدرت نمونه‌برداری ۱۰۰۰ هرتز استفاده شد. داده‌های مرتبط با نیروی عمودی عکس‌العمل زمین با نرم‌افزار Simi motion (مدل 85716 Unterschleissheim، ساخت کشور آلمان، نسخه ۸/۵) استخراج شده و میانگین داده‌های هر ۳ کوشش صحیح برای شرایط مختلف به عنوان داده آزمودنی در نظر گرفته شد. ملاک کوشش صحیح، رعایت الگوی پاشنه- پنجه، درستی نمودارهای نیروی عکس‌العمل زمین از نظر ترتیب پیک‌ها، نداشتن نویز، دیده شدن مارکرها توسط دوربین‌ها، ساختگی نبودن گام‌برداری (یعنی فرد روند گام‌برداری عادی خود را اجرا کند و برای ایجاد تماس بین پا و صفحه نیرو گام خود را کوچک‌تر یا بزرگ‌تر از حد عادی تنظیم نکند. به عبارتی گام خود را به صورت هدفمند کشیده یا کوتاه نکند) و رعایت سرعت مورد نظر بود که از طریق ارزیابی نمودار نیروهای عکس‌العمل زمین در دستگاه و همچنین، ارزیابی دیداری دو ناظر کنترل و تأیید گردید. داده‌های سینتیک و سینماتیک ابتدا با استفاده از تکنیک باترورث درجه ۴ با فرکانس برشی ۲۲ فیلتر شد. بعد از آن سفتی پا توسط نرم‌افزار MATLAB (نسخه ۲۰۰۹، ساخت کشور آمریکا، شرکت Math works) محاسبه گردید. برای محاسبه سفتی پا از مدل جرم و فنر استفاده شد، در این مدل در سطح ساجیتال دو متغیر تغییرات طول پا در حین اجرای مهارت (طول پا برابر است با فاصله بین مرکز مفصل ران و نقطه اثر نیرو یعنی COP) و حداکثر نیروی عکس‌العمل زمین مورد نیاز است. بنابراین، همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، سفتی پا از طریق رابطه ۱ محاسبه گردید و سپس، به وزن بدن استاندارد شد (۱۶، ۱۱).

رابطه ۱: سفتی پا بر اساس مدل جرم و فنر $k_{leg} = F_{max}/\Delta L$

که در آن، k_{leg} سفتی پا (N/m)، F_{max} مؤلفه عمودی حداکثر نیروی عکس‌العمل زمین (N) و ΔL تغییرات طول پا (m) را نشان می‌دهد.



شکل ۱. مدل استفاده شده برای محاسبه سفتی پا

چون پا در لحظه فرود نسبت به خط عمود زاویه‌دار است، تغییرات طول مدل جرم و فنر از رابطه ۲ به دست آمد:

رابطه ۲: تغییرات طول مدل جرم و فنر $\Delta L = \Delta y + L(1 - COS\theta)$

که در آن، Δy جابه‌جایی عمودی مرکز ثقل بدن (m) که با ۲ بار انتگرال‌گیری از شتاب عمودی به دست می‌آید، L طول اولیه پا (m) از مرکز مفصل ران تا زمین و θ زاویه پا نسبت به خط عمودی در لحظه برخورد پاشنه با زمین (rad) را نشان می‌دهد.

زاویه پا نسبت به خط عمودی از فرمول ۳ به دست آمد:

رابطه ۳: محاسبه زاویه تتا $\theta = \sin(\frac{vT_c}{2L})$

که در آن، v سرعت افقی مرکز ثقل بدن (m/s) و T_c زمان تماس پا با زمین (s) را نشان می‌دهد.

پس از پردازش داده‌های خام، از آمار توصیفی برای دسته‌بندی داده‌ها، تعیین شاخص‌های مرکزی و برای بررسی تفاوت تغییرات سفتی پا در اثر کفی در ۲ سرعت از آزمون پارامتریک آنالیز واریانس ۲ عامله با اندازه‌گیری مکرر و متعاقب آن از آزمون تعقیبی Tukey برای تعیین تفاوت بین سفتی پا در کفی‌های مختلف استفاده شد. به علاوه، از آزمون آنالیز واریانس یک عامله با اندازه‌گیری مکرر و متعاقب آن از آزمون Bonferon برای بررسی اثر کفی بر هر یک از متغیرهای مهم در محاسبه سفتی پا (حداکثر نیروی عکس‌العمل زمین و تغییرات طول پا) استفاده شد. همچنین، مقایسه هر یک از شاخص‌ها در دو سرعت با آزمون t زوجی انجام شد. داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ (version 18, SPSS Inc., Chicago, IL) آنالیز گردید. در این بررسی‌ها مقدار P برابر یا کمتر از ۰/۰۵ به معنی قبول فرضیه تحقیق در نظر گرفته شد. قابل ذکر است که تمامی داده‌ها توسط ۲ کارشناس ارشد بیومکانیک ورزشی که آشنا به کار با سیستم آنالیز حرکت بودند، جمع‌آوری شد.

یافته‌ها

به منظور بررسی نرمال بودن، ابتدا کشیدگی و چولگی داده‌ها ارزیابی شد. با توجه به وجود مقادیر چولگی و کشیدگی در دامنه طبیعی (۲ ±) آزمون Shapiro-Wilk جهت سنجش نهایی انجام گردید. نتایج این آزمون نشان داد که توزیع کلیه متغیرهای مورد بررسی طبیعی است. علاوه بر این، همگنی واریانس‌ها در آزمون Levene محرز گردید. با توجه به برقرار شدن فرض‌های لازم، از آزمون پارامتریک برای تحلیل استفاده شد. میانگین قد شرکت کنندگان ۵/۴۷ ± ۱/۷۷ متر، میانگین سن ۳/۰ ± ۲۴/۰ سال، میانگین وزن ۸/۴ ± ۷۲ کیلوگرم و میانگین شاخص توده بدن آنان ۳/۳۶ ± ۲۳ کیلوگرم/مترمربع بود.

نتایج تحلیل واریانس دو طرفه نشان داد که اثر تعاملی سرعت و کفی بر سفتی پا معنی‌دار نبود (F = ۰/۰۱، P = ۰/۹۹، Partial etta square ≤ ۰/۰۰۱، Observe power = ۰/۰۵۱ و Wilks lambda = ۱).

همچنین، سرعت تأثیر معنی‌داری بر سفتی پا نداشت (F = ۰/۲۳۳، P = ۰/۶۳۲، Partial etta square = ۰/۰۰۶، Observe power = ۰/۰۷۶ و Wilks lambda = ۰/۹۹۴). سفتی پا در شرایط کفی نیمه‌سخت با سرعت ۰/۱ ± ۵/۰ (۲۶/۱۷ BW/L) در مقایسه با سرعت ۰/۲ ± ۳/۰ (۲۶/۱۱ BW/L) (t = ۰/۲۴۶، P = ۰/۸۰۹)، در شرایط کفی نرم با سرعت ۰/۱ ± ۵/۰ (۱۹/۰۸ BW/L) در مقایسه با سرعت ۰/۲ ± ۳/۰ (۱۹/۰۴ BW/L) (t = ۰/۱۴۷، P = ۰/۸۸۵) و در شرایط بدون کفی با با سرعت ۰/۱ ± ۵/۰ (۲۳/۱۰ BW/L) در مقایسه با سرعت ۰/۲ ± ۳/۰ (۲۳/۰۳ BW/L) تفاوت معنی‌داری نداشت (t = ۰/۸۰۳، P = ۰/۴۳۵).

جنس کفی بر سفتی پا اثر معنی‌داری داشت (F = ۷۰۹/۳۵۲، P < ۰/۰۰۱، Partial etta square = ۰/۹۸۱، Observe power = ۱، Wilks lambda= ۰/۰۱۹). نتایج آزمون تعقیبی Tukey نشان داد که سفتی پا در شرایط کفی نیمه‌سخت (۲۶/۱۴ BW/L) و کفی نرم (۱۹/۰۶ BW/L) در مقایسه با شرایط بدون کفی (۲۳/۰۷ BW/L) (P < ۰/۰۰۱) و سفتی پا در شرایط کفی نیمه‌سخت در مقایسه با شرایط کفی نرم تفاوت معنی‌داری داشت (P < ۰/۰۰۱)؛ به طوری که میانگین سفتی پا در شرایط کفی نیمه‌سخت در مقایسه با بدون کفی (فقط کفش) ۱۱/۷۴ و در مقایسه با کفی نرم ۲۷/۰۸ درصد بیشتر بود. همچنین، میانگین میزان سفتی پا در شرایط بدون کفی (فقط کفش) در مقایسه با کفی نرم ۱۷/۳۸ درصد بیشتر بود.

جدول ۲ حداکثر نیروی عکس‌العمل زمین و تغییر طول پا را هنگام دویدن در ۲ سرعت نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که بین حداکثر نیروی عکس‌العمل زمین در سرعت ۰/۱ ± ۵/۰ در مقایسه با سرعت ۰/۲ ± ۳/۰ در هر یک از شرایط کفی نیمه‌سخت (t = ۴/۳۴ و P = ۰/۰۰۱)، کفی نرم (t = ۷/۲۶ و P < ۰/۰۰۱) و شرایط بدون کفی (t = ۱۲/۷۳ و P < ۰/۰۰۱) اختلاف معنی‌داری وجود داشت. همچنین، نتایج آماری نشان داد که بین تغییرات طول پا در سرعت ۰/۱ ± ۵/۰ در مقایسه با سرعت ۰/۲ ± ۳/۰ در هر یک از شرایط کفی نیمه‌سخت (t = ۲/۸۲ و P = ۰/۰۱۴)، کفی نرم (t = ۲/۸۴ و P = ۰/۰۱۳) و شرایط بدون کفی (t = ۶/۹۴ و P < ۰/۰۰۱) اختلاف معنی‌داری وجود داشت.

جدول ۳ میانگین و انحراف استاندارد هر یک از متغیرهای مهم در سفتی پا را هنگام دویدن در شرایط مختلف کفی نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که جنس کفی به طور معنی‌داری بر حداکثر نیروی عکس‌العمل زمین اثر داشت (F = ۹۴/۱۸۶، P < ۰/۰۰۱، Partial etta square = ۰/۸۷۱، Observe power = ۱، Wilks lambda = ۰/۱۲۹). حداکثر نیروی عکس‌العمل زمین در شرایط کفی نیمه‌سخت و کفی نرم در مقایسه با شرایط بدون کفی (P < ۰/۰۰۱) و در شرایط کفی نیمه‌سخت در مقایسه با شرایط کفی نرم تفاوت معنی‌داری داشت (P < ۰/۰۰۱)؛ به طوری که میانگین حداکثر نیروی عکس‌العمل زمین در شرایط کفی نیمه‌سخت در مقایسه با بدون کفی (فقط کفش) ۲/۲۵ و در مقایسه با کفی نرم ۱۱/۲۷ درصد کمتر بود. همچنین، حداکثر نیروی عکس‌العمل زمین در شرایط بدون کفی (فقط کفش) در مقایسه با کفی نرم ۶/۲۵ درصد کمتر بود.

جدول ۲. تأثیر سرعت دویدن بر میانگین و انحراف معیار حداکثر نیروی عکس‌العمل زمین و تغییر طول پا هنگام دویدن در ۳ حالت فقط کفش، کفی نرم و کفی نیمه‌سخت

متغیر	نوع کفی	دویدن با سرعت ۰/۱ ± ۵/۰	دویدن با سرعت ۰/۲ ± ۳/۰	سطح معنی‌داری
حداکثر نیروی عکس‌العمل عمودی زمین (نیوتن/کیلوگرم)	نیمه‌سخت	۲/۲۴ ± ۰/۰۵	۲/۱۱ ± ۰/۰۹	۰/۰۰۱*
	نرم	۲/۵۶ ± ۰/۰۶	۲/۳۵ ± ۰/۰۶	۰/۰۰۱*
	بدون کفی (فقط کفش)	۲/۳۹ ± ۰/۰۶	۲/۲۰ ± ۰/۰۲	۰/۰۰۱*
تغییر طول پا (متر)	نیمه‌سخت	۰/۰۸۵ ± ۰/۰۰۵	۰/۰۸۰ ± ۰/۰۰۴	۰/۰۱۴*
	نرم	۰/۱۳۰ ± ۰/۰۰۷	۰/۱۲۰ ± ۰/۰۰۹	۰/۰۱۳*
	بدون کفی (فقط کفش)	۰/۱۰۱ ± ۰/۰۰۴	۰/۰۹۵ ± ۰/۰۰۱	۰/۰۰۱*

مقادیر به صورت میانگین ± انحراف معیار است.
* مقدار معنی‌داری آماری در سطح ۰/۰۵

www.mui.ac.ir

جدول ۳. تأثیر کفی بر میانگین و انحراف معیار حداکثر نیروی عکس‌العمل عمودی زمین و حداکثر تغییرات طول پا هنگام دویدن در هر ۲ سرعت با هم

متغیر	کفی نیمه‌سخت	کفی نرم	کفش	Psh-so	Pse-sh	Pse-so
حداکثر نیروی عکس‌العمل عمودی زمین (نیوتن/کیلوگرم)	۲/۱۸۰ ± ۰/۱۰۱	۲/۴۵۷ ± ۰/۱۲۶	۲/۳۰۱ ± ۰/۱۱۱	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*
تغییر طول پا (متر)	۰/۰۸۳ ± ۰/۰۰۵	۰/۱۲۵ ± ۰/۰۰۹	۰/۰۹۸ ± ۰/۰۰۴	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*

مقادیر به صورت میانگین ± انحراف معیار است.

Pse-so: مقدار معنی‌داری بین شرایط کفی نیمه‌سخت و نرم؛ Pse-sh: مقدار معنی‌داری بین شرایط کفی نیمه‌سخت و بدون کفی (فقط کفش)؛ Psh-so: مقدار معنی‌داری بین شرایط بدون کفی (فقط کفش) و کفی نرم

* مقدار معنی‌داری آماری در سطح ۰/۰۵

علاوه بر این، نتایج نشان داد که جنس کفی به طور معنی‌داری بر تغییر طول پا اثر داشت (F = ۲۸۵/۹۱۶ ،P < ۰/۰۰۱ ،Partial etta square = ۰/۹۵۳، Observe power = ۱، Wilks lambda = ۰/۰۴۷). تغییر طول پا در شرایط کفی نیمه‌سخت و کفی نرم در مقایسه با شرایط بدون کفی (P < ۰/۰۰۱) و در شرایط کفی نیمه‌سخت در مقایسه با شرایط کفی نرم تفاوت معنی‌دار داشت (P < ۰/۰۰۱)؛ به طوری که میانگین تغییر طول پا در شرایط کفی نیمه‌سخت در مقایسه با بدون کفی (فقط کفش) ۱۲/۳ و در مقایسه با کفی نرم ۳۳/۶ درصد کمتر بود. همچنین، میانگین تغییر طول پا در شرایط بدون کفی (فقط کفش) در مقایسه با کفی نرم ۲۱/۶ درصد کمتر بود.

بحث

هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر سفتی کفی کفش در ۲ سرعت مختلف دویدن بر سفتی پا بود. بر اساس بررسی انجام شده، مقادیر نرمالی برای متغیر سفتی (سفتی پا، سفتی مفاصل و سفتی عمودی) در تحقیقات موجود گزارش نشده است. میانگین سفتی پا در مطالعه حاضر مشابه مطالعات قبلی به دست آمد (۱۷). در این پژوهش سعی شد که آزمودنی‌ها از نظر فعالیت دویدن در یک سطح انتخاب شوند. قبل از اجرای مهارت توسط آزمودنی‌ها، به آن‌ها شیوه درست دویدن پاشنه- پنجه گفته شد تا همه، مهارت را به خوبی اجرا کنند. نمودار نیروهای عکس‌العمل زمین که توسط صفحه نیرو به دست آمد، همزمان با نمودار الگوی صحیح دویدن پاشنه- پنجه مقایسه شد و در صورتی که الگو صحیح نبود، آن تلاش در نظر گرفته نشد و از فرد خواسته شد تا حرکت را دوباره تکرار کند. همچنین، کنترل جنس، سن آزمودنی‌ها، حساسیت بر عدم وجود سابقه جراحی و آسیب در اندام تحتانی از نقاط قوت مطالعه حاضر بود که همگنی شرکت‌کنندگان را تضمین کرد تا هر نوع تفاوتی بین گروه‌ها به تفاوت در نوع کفی مورد استفاده برگردد.

در مطالعه حاضر، اثر تعاملی سرعت و کفی بر سفتی پا معنی‌دار نبود. به عبارتی، در بررسی اثرات کفی‌های مختلف بر سفتی پا نیازی به کنترل سرعت در دامنه ۳ تا ۵ نبود و اثر کفی بر سفتی پا تحت تأثیر سرعت قرار نگرفت. همچنین، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که با افزایش سرعت دویدن از کم تا متوسط در هر یک از شرایط (بدون کفی، کفی نرم و کفی نیمه‌سخت) سفتی پا به طور معنی‌داری تغییر نکرد. نتایج پژوهش Morin و همکاران این یافته را تأیید می‌کند (۱۸). طبق تحقیقات گذشته، عوامل بسیاری وجود دارد که در مهارت‌های مختلف با سفتی پا در ارتباط بوده و می‌تواند بر آن تأثیرگذار باشد. مهم‌ترین این عوامل در مهارت دویدن شامل حداکثر نیروی عکس‌العمل عمودی زمین و تغییر طول پا می‌باشد (۱۹). در پژوهش حاضر نیز سفتی پا از تقسیم حداکثر نیروی عکس‌العمل عمودی زمین به تغییر طول پا محاسبه شد؛ به طوری که سفتی پا با نیرو رابطه مستقیم و با تغییر طول پا رابطه عکس داشت. در مورد حداکثر نیروی عکس‌العمل عمودی زمین، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که با افزایش سرعت دویدن این متغیر در ۳ شرایط (بدون کفی، کفی نرم و کفی نیمه‌سخت) به طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین، نتایج آماری حاصل از تحقیق نشان داد که تغییر طول پا نیز با افزایش سرعت دویدن در هر ۳ شرایط (بدون کفی، کفی نرم و کفی نیمه‌سخت) به طور معنی‌داری افزایش یافت. بنابراین، عدم تفاوت معنی‌دار سفتی پا در اثر افزایش سرعت دویدن ممکن است به دلیل افزایش معنی‌دار هر دو فاکتور حداکثر نیروی عکس‌العمل عمودی زمین (صورت کسر) و تغییر طول پا (مخرج کسر) باشد که در این صورت احتمال دارد که هر یک از فاکتورها اثر فاکتور دیگر بر سفتی پا را حذف می‌کند. از طرفی، در تحقیقی توسط Arampatzis و همکاران در مورد اثر سرعت دویدن بر سفتی پا، اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (۲۰). در این مطالعه متناقض نحوه محاسبه سفتی پا با مطالعه حاضر متفاوت بود؛ به گونه‌ای که تغییرات طول پا با استفاده از روشی متفاوت از روش مطالعه حاضر محاسبه شد. در تحقیق Arampatzis و همکاران فاکتورهای مورد نیاز برای محاسبه تغییر طول پا مانند Δy تنها از طریق داده‌های کینماتیک (به طور مستقیم) محاسبه شد، این در حالی است که در تحقیق حاضر این پارامتر (Δy) با ۲ بار انتگرال‌گیری از شتاب عمودی به دست آمد. نتایج تحقیق آن‌ها تفاوت معنی‌داری در تغییر طول پا نشان نداد؛ با این حال نیروی عکس‌العمل زمین به طور معنی‌داری افزایش یافت. بنابراین، نتایج اظهار داشت که افزایش معنی‌دار سفتی پا ممکن است به دلیل افزایش معنی‌دار تنها فاکتور حداکثر نیروی عکس‌العمل زمین باشد (۲۰).

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، صرف نظر از سرعت دویدن، با تغییر جنس رویه کفی از نرم به نیمه‌سخت، سفتی پا به طور معنی‌داری افزایش یافت. علاوه بر این، نتایج تحقیق نشان داد که با افزایش سفتی کفی، مقادیر هر ۲ مؤلفه مهم در سفتی پا به طور معنی‌داری کاهش یافت و همان طور که در نتایج گزارش شد، درصد کاهش تغییر طول پا بیشتر از کاهش متغیر حداکثر نیروی عکس‌العمل عمودی زمین بود. با افزایش سفتی کفی، با وجود این که هر ۲ فاکتور صورت و مخرج کاهش یافت، شاید به دلیل کاهش بیشتر مؤلفه مخرج نسبت به صورت، کل کسر که برابر سفتی پا بود، افزایش یافت. سفتی در واقع مقاومتی است که یک جسم در مقابل تغییر شکل در هنگام اعمال نیرو از خود نشان می‌دهد. بر اساس این تعریف هر چه جسم سفت‌تر باشد و کمتر تغییر شکل دهد، مقاومت جسم (سفتی پا) در برابر تغییر طول بیشتر خواهد شد. در این مطالعه، طول پا به عنوان فاصله بین مرکز مفصل ران و COP در نظر گرفته شد. بنابراین، اگر هر جزء دیگری مثل کفش و انواع کفی به این فاصله اضافه شود، ممکن است در مقدار طول پا و شاید در مقدار تغییر طول پا تأثیر بگذارد. از آن‌جایی که کفی نیمه‌سخت به دلیل سفت‌تر بودن از ۲ شرایط دیگر (بدون کفی

www.mui.ac.ir

و کفی نرم) می‌تواند تغییر شکل کمتری داشته باشد، در نتیجه پا نیز ممکن است که مقاومت بیشتری در برابر تغییر طول از خود نشان دهد. بنابراین، به همین دلیل سفتی پا در کفی نیمه‌سخت بیشتر از شرایط دیگر بود.

کفش به دلیل زیره نرم‌تر نسبت به پای برهنه، می‌تواند از پا محافظت کند (۲۱). از این‌رو، دویدن با پای برهنه نسبت به دویدن با کفش‌های مخصوص دویدن را می‌توان با شرایط کفی نرم و نیمه‌سخت مقایسه کرد. بر این اساس، نتایج پژوهش حاضر با نتایج برخی تحقیقات همخوانی دارد. در پژوهشی گزارش شد که سفتی پا در کفش مینیمال (که شبیه‌ترین وضعیت به دویدن با پای برهنه را دارد)، به طور قابل توجهی نسبت به دویدن با کفش مخصوص دویدن بیشتر بود (۲۲). شاید با قرار گرفتن کفی نرم در کفش به عنوان جزیی از ساختار کفش در حقیقت یک فنر (جسم میرا) با سفتی کم به پا اضافه می‌گردد. در نتیجه، سفتی کل پا کاهش می‌یابد. با قرار گرفتن یک جسم سخت مثل کفی نیمه‌سخت، سفتی کل پا افزایش می‌یابد، در نتیجه به همین دلیل هنگام استفاده از کفی نرم و نیمه‌سخت، سفتی پا به ترتیب به صورت معنی‌داری از حالت بدون کفی کمتر و بیشتر بود.

با این وجود، در مطالعه‌ای که توسط Butler و همکاران در مورد تأثیر کفی بر سفتی پا انجام شد، تفاوت معنی‌داری بین کفی نرم و کفش مشاهده نشد (۲۳). علت اختلاف مشاهده شده در نتایج این مطالعه با تحقیق حاضر ممکن است که تفاوت در جنس کفی (میزان سفتی کفی) مورد استفاده در این ۲ تحقیق باشد و شاید در مطالعه گذشته، میزان سفتی کفی به اندازه کافی با حالت کفش متفاوت نبود. دلیل احتمالی دیگر تفاوت نتایج می‌تواند تفاوت در سازگاری با کفی (مدت زمان استفاده) باشد؛ به گونه‌ای که در تحقیق حاضر تنها تأثیر آنی جنس کفی بر سفتی مورد بررسی قرار گرفت.

محدودیت‌ها

تحقیق حاضر با محدودیت‌هایی نیز مواجه بود. تحقیقی نشان داد که استرس می‌تواند بر سیستم حرکتی تأثیر بگذارد (۲۴). سیستم حرکتی نیز نقش مهمی در راه رفتن، دویدن، پریدن و تعادل دارد. از آن جایی که تعادل به عنوان حرکت فعال COP (Center of pressure) در محدوده سطح اتکا و حفظ ثبات سطح اتکا می‌باشد (۲۵) و نقش مهمی در مهارت‌های حرکتی دارد (۲۶)، در نتیجه ممکن است که COP تحت تأثیر استرس قرار گیرد. در این مطالعه محاسبه تغییر طول پا و در نتیجه سفتی پا با استفاده از مختصات COP انجام شد. بنابراین، احتمال دارد که استرس و تنش ایجاد شده در آزمودنی‌ها به خاطر قرار گرفتن در شرایط آزمون با تأثیر بر COP بر سفتی پا نیز مؤثر باشد. به همین دلیل، عدم بررسی و کنترل استرس شرکت کنندگان در این مطالعه می‌تواند بر نتایج گزارش شده مؤثر باشد.

پیشنهادها

در این تحقیق اثر سرعت بر سفتی پا بررسی و مشاهده شد که با تغییر سرعت دویدن از پایین تا متوسط، سفتی پا ثابت می‌ماند. بر این اساس، اثری که کفی می‌تواند روی سفتی پا بگذارد، ممکن است تا در سرعت‌های پایین و متوسط، تحت تأثیر تغییر سرعت دویدن نباشد. همچنین، نشان داده شد که سفتی پا با تغییر جنس کفی تغییر می‌کند. بنابراین، پیشنهاد می‌شود که در آزمایشگاه‌های بالینی در بررسی اثرات کفی کفش بر عملکرد ورزشکاران، جلوگیری از آسیب و ... سفتی پا به عنوان یک شاخص مهم مورد توجه قرار گیرد، توجه به این شاخص می‌تواند به نوبه خود منجر به پیشرفت صنعت کفی و کفش گردد.

نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که سرعت دویدن بر سفتی پا اثر نداشته و اثر کفی بر سفتی به سرعت دویدن بستگی ندارد. همچنین، نتایج نشان داد با سخت‌تر شدن جنس کفی، سفتی پا افزایش می‌یابد. بنابراین، شاید بتوان گفت در سرعت‌های کم و متوسط جنس کفی می‌تواند بر سفتی پا تأثیر بگذارد.

تشکر و قدردانی

این مقاله منتج از پایان‌نامه خانم زینب تازیکه لمسکی مصوب دانشگاه مازندران، با کد ۲۱۶۶۴۳۷ می‌باشد. بدین وسیله از مسؤولان آزمایشگاه بیومکانیک دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه مازندران جهت در اختیار قرار دادن آزمایشگاه و از کلیه عزیزانی که به عنوان آزمودنی در این مطالعه شرکت کردند، تقدیر و تشکر می‌شود.

نقش نویسندگان

زینب تازیکه لمسکی طراحی مطالعه تحلیل و تفسیر داده‌ها، تنظیم دست نوشته یا بازبینی دست نوشته نگارش شده با ارایه نظر تخصصی، تأیید محتوی نسخه نهایی دست نوشته برای ارسال، طراحی طرح تحقیق، اجرای پروژه، تحلیل و تفسیر نتایج، منصور اسلامی طراحی مطالعه تحلیل و تفسیر داده‌ها، تنظیم دست نوشته یا بازبینی دست نوشته نگارش شده با ارایه نظر تخصصی، تأیید محتوی نسخه نهایی دست نوشته برای ارسال، استاد راهنمای پایان‌نامه، ارزیابی تخصصی دست نوشته از نظر مفاهیم علمی و فرشته حبیبی تیرتاشی طراحی مطالعه تحلیل و تفسیر داده‌ها، تنظیم دست نوشته یا بازبینی دست نوشته نگارش شده با ارایه نظر تخصصی، تأیید محتوی نسخه نهایی دست نوشته برای ارسال، تحلیل و تفسیر نتایج را به عهده داشته‌اند.

منابع مالی

دانشگاه مازندران تأمین منابع مالی این پژوهش را انجام داده است.

تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

References

1. Eslami M, Hoseinzadeh E. Effect of sprint start of technique change on lower extremity in sprinters. Sport Medicin Studies Journal 2013; 5(13): 123-36. [In Persian].
2. Bishop M, Fiolkowski P, Conrad B, Brunt D, Horodyski MB. Athletic footwear, leg stiffness, and running kinematics. J Athl Train 2006; 41(4): 387-92.

3. Ferris DP, Bohra ZA, Lukos JR, Kinnaird CR. Neuromechanical adaptation to hopping with an elastic ankle-foot orthosis. J Appl Physiol (1985) 2006; 100(1): 163-70.
4. Chevalier TL, Chockalingam N. Effects of foot orthoses: How important is the practitioner? Gait Posture 2012; 35(3): 383-8.
5. Habibi Tirtashi F, Eslami M. Immediate effects of shoe insoles on the frequency components of ground reaction force during the stance phase of running. J Res Rehabil Sci 2014; 10(3): 359-71. [In Persian].
6. Mundermann A, Wakeling JM, Nigg BM, Humble RN, Stefanyshyn DJ. Foot orthoses affect frequency components of muscle activity in the lower extremity. Gait Posture 2006; 23(3): 295-302.
7. Eslami M, Begon M, Hinse S, Sadeghi H, Popov P, Allard P. Effect of foot orthoses on magnitude and timing of rearfoot and tibial motions, ground reaction force and knee moment during running. J Sci Med Sport 2009; 12(6): 679-84.
8. Khanmohammad F, Ghasemi MS, Jafari H, Hajiaghaie B, Sanjari MA. The effect of poron layered insole on ground reaction force in comparison with common insole on subjects with flexible flat foot. J Mod Rehabil 2012; 5(4): 55-63. [In Persian].
9. Brughelli M, Cronin J, Chaouachi A. Effects of running velocity on running kinetics and kinematics. J Strength Cond Res 2011; 25(4): 933-9.
10. Mero A, Komi PV. Force-, EMG-, and elasticity-velocity relationships at submaximal, maximal and supramaximal running speeds in sprinters. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1986; 55(5): 553-61.
11. Brughelli M, Cronin J. A review of research on the mechanical stiffness in running and jumping: methodology and implications. Scand J Med Sci Sports 2008; 18(4): 417-26.
12. Eslami M, Hosseininejad SE, Gandomkar A, Jahedi V, Gandomkar E. Comparison of the effect of unstable and control shoes on the variables related to tibia stress fracture during running in recreational runners. J Res Rehabil Sci 2013; 9(6): 1029-62. [In Persian].
13. Chen YC, Lou SZ, Huang CY, Su FC. Effects of foot orthoses on gait patterns of flat feet patients. Clin Biomech (Bristol, Avon) 2010; 25(3): 265-70.
14. Dickson M, Fuss F, Burton M. Development of a standardized test method for characterizing the stiffness of heel sole segments of sports shoes. Proceedings of the 8th ISEA Conference (International Sports Engineering Association); 2010 Jul 12-16; Amsterdam, Netherland.
15. Akhavirad SMB, Mahdi Barzi D, Jashn S, Radmanesh M. Prevalence of foot and knee deformities among high school female students in Tehran District No.5. Hakim Res J 2006; 9(2): 18-23. [In Persian].
16. Robertson GE, Caldwell G, Hamill J, Kamen G, Whittlesey SN. Research methods in biomechanics. Champaign, IL: Human Kinetics; 2013. p. 39-45.
17. Blum Y, Lipfert SW, Seyfarth A. Effective leg stiffness in running. J Biomech 2009; 42(14): 2400-5.
18. Morin JB, Jeannin T, Chevallier B, Belli A. Spring-mass model characteristics during sprint running: correlation with performance and fatigue-induced changes. Int J Sports Med 2006; 27(2): 158-65.
19. Eslami M, Hoseinzadeh E, Safaei Kenari A. The effect of sprint start speed on lower-limb stiffness in sprint runners. Journal of Sport Biomechanics 2014; 1(1): 21-9. [In Persian].
20. Arampatzis A, Bruggemann GP, Metzler V. The effect of speed on leg stiffness and joint kinetics in human running. J Biomech 1999; 32(12): 1349-53.
21. Hamill J, Russell EM, Gruber AH, Miller R. Impact characteristics in shod and barefoot running. Footwear Science 2011; 3(1): 33-40.
22. Lussiana T, Hébert-Losier K, Mourot L. Effect of minimal shoes and slope on vertical and leg stiffness during running. Journal of Sport and Health Science 2015; 4(2): 195-202.
23. Butler RJ, Davis IM, Laughton CM, Hughes M. Dual-function foot orthosis: effect on shock and control of rearfoot motion. Foot Ankle Int 2003; 24(5): 410-4.
24. Metz GA. Stress as a modulator of motor system function and pathology. Rev Neurosci 2007; 18(3-4): 209-22.
25. Shojadin SS, Johari K, Sadaghi H. The effect of the fatigue in lower extremity proximal and distal muscles on dynamic balance in male soccer players. Sport Medicine 2010; 2(5): 65-80. [In Persian].
26. Rahmani M, Heirani A, Yazdanbakhsh K. The effect of Pilates training on improving the reaction time and balance of sedentary elderly men. J Mod Rehabil 2015; 9(3): 44-53. [In Persian].

The Effect of Shoe Insole Stiffness on Leg Stiffness during Stance Phase of Running in Two Different Speeds among Active Men

Zeinab Tazike-Lemeski[1], Mansour Eslami[2], Fereshteh Habibi-Tirtashi[3]

Original Article

Abstract

Introduction: The effect of shoe insoles with different characteristics and in different running speeds on lower-limb stiffness is still controversial. The aim of this study was to investigate the effect of two types of insoles (soft and semi-rigid) in two different running speeds on leg stiffness during stance phase of running among active men.

Materials and Methods: 15 male students without any background of lower extremity injury were selected. Subjects were asked to run with two controlled velocities of 3.0 ± 0.2 and 5.0 ± 0.1 m/s in control and insole conditions (soft and semi-rigid) on a force plate, placed on the middle of 15-meter runway. The cinematics and cinetics of motion were measured and calculated using 5 video cameras and one force plate. The leg stiffness was achieved via dividing the vertical ground reaction force by leg compression. Two-factor repeated measures ANOVA was used to test the hypothesis at the significance level of $P \leq 0.050$.

Results: There was a significant difference between the two types of insoles on leg stiffness. In fact, semi-rigid insole significantly increased leg stiffness ($P < 0.001$). However, this discrepancy was not related to the running speed ($P = 0.999$). In addition, there was no significant difference between the two different speeds on leg stiffness ($P = 0.632$).

Conclusion: It seems that the increase in shoe insole stiffness may increase the leg stiffness. Furthermore, the effect of insole stiffness is not related to the running speed, and leg stiffness will remains constant in low to medium running speeds.

Keywords: Insole, Leg stiffness, Velocity

Citation: Tazike-Lemeski Z, Eslami M, Habibi-Tirtashi F. **The Effect of Shoe Insole Stiffness on Leg Stiffness during Stance Phase of Running in Two Different Speeds among Active Men.** J Res Rehabil Sci 2016; 12(1): 34-41.

Received date: 23/01/2016 Accept date: 13/03/2016

1- MSc, Department of Sport Biomechanics, School of Physical Education and Sports Science, University of Mazandaran, Babolsar, Iran
2- Associate Professor, Department of Sport Biomechanics, School of Physical Education and Sports Science, University of Mazandaran, Babolsar, Iran
3- PhD Student, Department of Sport Biomechanics, School of Physical Education and Sports Science, University of Mazandaran, Babolsar, Iran
Corresponding Author: Zeinab Tazike-Lemeski, Email: z.tazike@yahoo.com