Medical Journal
of
Tabriz University of Medical Sciences and Health Services

Original Article

Comparison of plantar pressure variables during walking with and without immediate use of textured insoles in blind subjects

Amirali Jafarnezhadgero*, Mahrokh Dehghani, Mohammad Abdollahpour Darvishani, Mohsen Barghamadi

Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
*Corresponding author; E-mail: amiralijafarnezhad@gmail.com

Received: 9 April 2018 Accepted: 24 June 2018 First Published online: 26 Feb 2020
Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2020 April- May; 42(1):40-47

Abstract

Background: Efficient walking requires the interaction of the three sensory systems for a good maintenance of the balance. In blind people, lack of visual input can harm for walking mechanics. The aim of this study was to compare plantar pressure variables during walking with and without immediate use of textured insoles in blind subjects.

Methods: The design of the present study was self-controlled study. 12 blind men (age: 29.66±4.39 years) volunteered to participate in this study. A foot scan system (sampling rate: 300 Hz) was used for measuring plantar pressure variables during walking with and without textured insoles. Paired sample t-test was used for statistical analysis. Alpha level was set at $p< 0.05$.

Results: Stance time duration did not show any significant difference between both walking with and without insole conditions ($p>0.05$). Results demonstrated that the medio-lateral displacement of the center of pressure during walking with insoles was lower than that walking without insoles by 35.51% ($p= 0.001$). First metatarsal peak plantar pressure and force during walking with insoles decreased by 25.69% ($p= 0.020$) and 64.30% ($p= 0.004$), respectively. While, peak plantar pressure in second and third metatarsals during walking with insoles increased by 20.03% ($p= 0.041$) and 28.9% ($p= 0.023$), respectively. Also, peak force in second metatarsal during walking with insoles was greater than that during walking without insoles by 19.70% ($p= 0.010$).

Conclusion: Textured insoles improved medio-lateral postural control during walking. Therefore, it could be recommended for blind individuals. However, further study is warranted.

Keyword: Blind Individuals, Center of Pressure, Peak Force, Plantar Pressure, Textured Insoles

How to cite this article: Jafarnezhadgero A A, Dehghani M, Abdollahpour Darvishani M, Barghamadi M. [Comparison of plantar pressure variables during walking with and without immediate use of textured insoles in blind subjects]. Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2020 April- May; 42(1):40-47. Persian.

© 2020 The Author(s). This is an Open Access article published by Tabriz University of Medical Sciences under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

مقاله پژوهشی

مقایسه متغیرهای فشار کف‌پایی طی راه رفتن با و بدون استفاده آنی از کفی بافت‌دار در افراد نابینا

امیرعلی جعفرنژادگرو*، ماهرخ دهقانی، محمد عبدالله‌پور درویشانی، محسن برغمدی

گروه تربیت بدنی و علوم ورشی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
* نویسنده مسوول؛ ایمیل: amiralijafarnezhad@gmail.com

دریافت: ۱۳۹۷/۱/۲۰ پذیرش: ۱۳۹۷/۴/۳ انتشار برخط: ۱۳۹۸/۱۲/۷
مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی- درمانی تبریز. فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۹؛ ۴۲(۱):۴۰-۴۷

چکیده

زمینه: راه رفتن با کارآیی مناسب نیاز به تعامل سه سیستم حسی جهت حفظ تعادل دارد. در افراد نابینا، فقدان درونداد بینایی می‌تواند برای مکانیک راه رفتن مضر باشد. هدف پژوهش حاضر مقایسه متغیرهای فشار کف‌پایی طی راه رفتن با و بدون استفاده آنی از کفی بافت‌دار در افراد نابینا بود.

روش‌کار: طرح پژوهش حاضر از نوع مطالعه خود-کنترلی بود. **تعداد** ۱۲ مرد نابینا (میانگین سنی: ۴/۳۹±۲۹/۶۶ سال) جهت شرکت در این پژوهش داوطلب شدند. جهت اندازه‌گیری متغیرهای فشار کف‌پایی طی راه رفتن با و بدون کفی بافت‌دار از دستگاه فوت اسکن (نرخ نمونه‌برداری: ۳۰۰ هرتز) استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری توسط آزمون تی هم‌بسته انجام گردید. سطح معنی‌داری برابر ۰/۰۵ بود.

یافته‌ها: مدت زمان اتکا بین دو شرایط راه رفتن با و بدون کفی اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($p> ۰/۰۵$). نتایج نشان داد میزان جابجایی مرکز فشار در راستای داخلی-خارجی طی راه رفتن با کفی حدود ۳۵/۵۱ درصد ($p= ۰/۰۰۱$) کمتر از شرایط راه رفتن بدون کفی بود. اوج فشار کف‌پایی و اوج نیروها در اولین استخوان کف‌پایی طی راه رفتن با کفی به‌ترتیب به میزان ۲۵/۶۹ درصد ($p< ۰/۰۲۰$) و ۶۴/۳۰ درصد ($p< ۰/۰۰۴$) در مقایسه با راه رفتن بدون کفی کمتر بود. در حالی که اوج فشار کف‌پایی در دومین و سومین استخوان کف‌پایی طی راه رفتن با کفی به‌ترتیب به میزان ۲۰/۰۳ درصد ($p= ۰/۰۴۱$) و ۲۸/۹۹ درصد ($p= ۰/۰۲۳$) در مقایسه با راه رفتن بدون کفی بیشتر بود. هم‌چنین اوج نیرو در دومین استخوان کف‌پایی طی راه رفتن با کفی ۱۹/۷۰ درصد ($p= ۰/۰۱۰$) بیشتر از راه رفتن بدون کفی بود.

نتیجه‌گیری: کفی بافت‌دار سبب بهبود کنترل پاسچر در راستای داخلی-خارجی طی راه رفتن گردید. بنابراین می‌توان استفاده از این کفی را برای افراد نابینا توصیه نمود. انجام پژوهش‌های بیشتر در این زمینه توصیه می‌شود.

کلید واژه‌ها: افراد نابینا، مرکز فشار، اوج نیرو، فشار کف‌پایی، کفی بافت‌دار

نحوه استناد به این مقاله: جعفرنژادگرو ا ع، دهقانی م، عبدالله‌پور درویشانی م، برغمدی م. مقایسه متغیرهای فشار کف‌پایی طی راه رفتن با و بدون استفاده آنی از کفی بافت‌دار در افراد نابینا. مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی- درمانی تبریز. ۱۳۹۹؛ ۴۲(۱):۴۰-۴۷

حق تألیف برای مؤلفان محفوظ است.
این مقاله با دسترسی آزاد توسط دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی تبریز تحت مجوز کریتیو کامنز (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0) منتشر شده که طبق مفاد آن هرگونه استفاده تنها در صورتی مجاز است که به اثر اصلی به نحو مقتضی استناد و ارجاع داده شده باشد.

مقدمه

نابینایی یکی از مسائل عمده‌ی سازمان بهداشت جهانی است، به‌طوری که در سطح جهان حدود ۵۰ میلیون نفر دچار نابینایی و ۱۵۰ میلیون نفر دچار مشکلات بینایی هستند (۱). افراد نابینا به دلیل فقدان اطلاعات بینایی، با محدودیت‌های شناختی و حرکتی متعددی مواجه هستند. یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های که می‌تواند زندگی این افراد را دچار مشکل نماید، اختلال در مکانیک راه رفتن است. ضعف اطلاعات بینایی در افراد نابینا می‌تواند اختلالات زیادی را در مکانیک راه رفتن داشته باشد (۲). بنابراین، توزیع مناسب نیرو و فشار، در جلوگیری از ناهنجاری‌های اسکلتی–عضلانی مهم به نظر می‌رسد. علت این امر این است که فشارهای بالاتر زمینه‌ی آسیب دیدگی را افزایش می‌دهند (۳). بیمارانی که در تحرک مفصلی خود محدودیت دارند، قادر نیستند به‌صورت طبیعی نیروهای عکس‌العمل زمین را در سطح بیشتری از پا توزیع کنند و این ضعف عملکردی منجر به افزایش فشار در مناطق مختلف کف پا در هنگام راه رفتن می‌شود. راه رفتن نامتعادل موجب تکرار ایجاد اوج فشار بالا در یک منطقه از پا می‌شود که می‌تواند احتمال آسیب اندام تحتانی هم‌چون آسیب‌های نیام کف‌پایی، درد کشککی رانی، و آرتریت زانو را افزایش دهد (۴). اختلال بینایی موجب نقص در ثبات وضعیت بدن و تعادل می‌شود. این رخداد یکی از دلایل اصلی سقوط در افراد نابینا به حساب می‌آید (۲). افرادی که مشکلات تعادل دارند، حس پیکری در این افراد نقش برجسته‌ی را برای حفظ تعادل ایفا می‌نماید (۲). مجلسی و همکاران در تحقیقی با عنوان بررسی ویژگی‌های کینماتیک و فضایی–زمانی طی راه رفتن در افراد نابینا نشان دادند که نابینایی با کاهش سرعت راه رفتن، طول گام و طول قدم همراه است (۵). افرادی که در معرض خطر افتادن قرار دارند (به‌عنوان مثال افراد نابینا) در حد امکان از منابع حسی موجود و در دسترس استفاده می‌کنند تا تعادل خود را تحت شرایط و موقعیت‌های مختلف حفظ کنند (۶). از آن‌جایی که بازخوردهای گیرنده‌های مکانیکی کف پا در تماس مستقیم با سطوح مختلف تغییر می‌کند (۷). بر این اساس استفاده از کفی بافت‌دار (Textured) یا دارای برجستگی برای عملکرد بهتر اطلاعات حسی کف پا مورد توجه محققین قرار گرفته است (۸). تعیین توزیع فشارهای کف پا می‌تواند اطلاعات مفیدی را برای ارزیابی تأثیر اختلال ایجاد شده پا و تأثیر انواع کفی‌ها طی درمان فراهم آورد. فشار از تقسیم نمودن مقدار نیرو بر میزان مساحت سطحی که نیرو بر آن وارد می‌گردد، محاسبه می‌شود. اندازه‌گیری مقدار نیروی عکس‌العمل زمین در حین راه رفتن به تازگی معیاری برای شناسایی و یا طبقه‌بندی افراد بر اساس الگوی استفاده از آن‌ها در طی راه رفتن، مدنظر قرار گرفته است (۹). امروزه از کفی بافت‌دار برای جلوگیری از آسیب‌ها، توانبخشی، افزایش راحتی و بهبود کارآیی استفاده می‌گردد (۱۰). یکی از مزایای استفاده از کفی بافت‌دار را می‌توان به کاهش فعالیت عضلاتی که برای ثبات یا کنترل اندام تحتانی مورد نیاز هستند، اشاره نمود (۱۰). بررسی اثرات کفی بافت‌دار در افراد جوان (۱۱) و سالمندان نشان داده است که این نوع کفی نوسانات قامتی را در هر دو گروه به‌ویژه در سالمندان بهبود می‌بخشد (۱۱). افزودن برجستگی‌هایی به کفی موجب افزایش بازخورد حسی از طریق تحریک لمسی گیرنده‌های مکانیکی کف پا می‌شود (۱۰). از طرف دیگر، نتایج مطالعات حاکی از آن است که افزایش ورودی‌های حسی از طریق سطح کف‌پایی موجب بهبود تعادل می‌شود (۱۰). گزارش شده است که کفی بافت‌دار کنترل وضعیتی را در افراد دچار بی‌ثباتی مزمن مچ پا بهبود می‌بخشد و این عملکرد به توانایی این کفی‌ها در افزایش ورودی‌های حسی نسبت داده شده است (۱۲). شواهد نشان می‌دهد که کفی بافت‌دار تعادل ایستا و پویا را در افراد بالغ سالم بهبود می‌بخشد (۱۳). اخیرا گزارش شده است که کفی بافت‌دار در مقایسه با کفی معمولی بهبود بیشتری را در متغیرهای فضایی–زمانی طی راه رفتن در افراد مبتلا به مولتیپل اسکلروزیس ایجاد می‌نماید (۱۴). به‌علاوه یک مطالعه دیگر نشان داده شده است که کفی‌های بافت‌دار در مقایسه با کفی نرم و سخت اثر یکسانی را بر روی کنترل تعادل ایستا و پویا دارا می‌باشند (۱۵). هم‌چنین کفی بافت‌دار در کنترل حرکت پا شامل میزان اورژن پاشنه و چرخش درشت‌نئی در افراد سالم اثرگذار هستند (۱۶). باوجود این، اثر این نوع کفی بر میزان تغییرات مؤلفه عمودی نیروی عکس‌العمل زمین طی راه رفتن به‌ویژه در افراد نابینا مشخص نیست. از سوی دیگر، مطالعه‌ای که به مقایسه چگونگی توزیع فشار کف پا طی راه رفتن با و بدون استفاده کفی بافت‌دار در افراد نابینا پرداخته باشد، توسط محقق مشاهده نشد. با توجه به اهمیت توزیع متغیرهای فشار کف‌پایی طی راه رفتن در توانبخشی آسیب‌های مختلف، هدف این تحقیق مقایسه توزیع فشار کف‌پایی طی راه رفتن با و بدون استفاده از کفی بافت‌دار در افراد نابینا طی راه رفتن می‌باشد.

روش‌کار

طرح پژوهش حاضر از نوع مطالعه خود–کنترلی بود. تحلیل توان آماری پیش از اجرای پژوهش با استفاده از نرم‌افزار جی پاور (G*Power) نشان داد که جهت کسب توان آماری برابر ۰/۸۰ با اندازه اثر برابر ۰/۷۰ در سطح معناداری ۰/۰۵ حداقل ۱۱ آزمودنی مورد نیاز می‌باشد. نمونه آماری پژوهش حاضر شامل ۱۲ نفر مرد نابینا با میانگین سنی ۱۹/۶۶±۴/۳۹ سال، میانگین قد ۱۷۰/۵۸±۱۱/۲۲ سانتی‌متر، و میانگین وزن ۶۶/۵۸±۷/۴۲ کیلوگرم بود. نمونه آماری در پژوهش حاضر به طور در دسترس انتخاب شدند. میزان نابینایی مورد نظر بیشتر از ۷۵ درصد بود و همه افراد

نابینا مادرزادی بودند. افراد نابینا که دچار اختلالات عصبی–حرکتی، ارتوپدی بودند یا از داروهایی که بر سیستم عصبی مرکزی تأثیر می‌گذارد استفاده می‌کردند، از مطالعه حذف شدند. هیچ‌کدام از شرکت‌کنندگان دارای اختلالات عصبی، صافی کف پا و سابقه آسیب اندام تحتانی در شش ماه قبل از جمع‌آوری داده‌ها را نداشتند. به دلیل تحمل وزن و استفاده بیشتر از پای غالب در طی فعالیت‌های روزانه در این مطالعه متغیرهای فشار کف‌پایی در این پا مورد بررسی قرار گرفت. جهت شناسایی پای غالب افراد از آزمون شوت توپ فوتبال استفاده شد. همه‌ی آزمودنی‌ها طی فعالیت‌های انتقالی طولانی‌مدت خود در زندگی روزمره از عصا استفاده می‌نمودند. شرکت‌کنندگان و والدین آن‌ها به‌طور کامل در مورد هدف و پروتکل مطالعه آگاه شده و سپس رضایت‌نامه کتبی را جهت شرکت در پژوهش امضاء کردند. فرآیندهای به‌کار رفته در پژوهش حاضر منطبق با استانداردهای اخلاقی در رابطه با آزمایش‌های انسانی و هم‌چنین بیانیه هلسینکی در سال ۱۹۷۵ (بازبینی‌شده در سال ۲۰۰۸) بود. طرح پژوهش حاضر در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی اردبیل با شماره IR.ARUMS.REC.1396.257 مورد تصویب قرار گرفت. این مطالعه در زمستان سال ۱۳۹۶ در آزمایشگاه بیومکانیک ورزشی دانشگاه محقق اردبیلی انجام گردید. دستگاه فوت اسکن (RSScan International, Belgium, 0.5m × 0.5× 0.02m, 4363 sensors) در وسط مسیر راه رفتن ۱۵ متری قرار داشت (شکل ۱الف). داده‌های متغیرهای فشار کف‌پایی با استفاده از نرم‌افزار RSScan International, Version 7.97 و با فرکانس نمونه‌برداری ۳۰۰ هرتز ثبت شد. کوشش راه رفتن صحیح شامل برخورد کامل پا بر روی بخش میانی دستگاه فوت اسکن بود. مدت زمان راه رفتن در مسیر ۱۵ متری توسط کرنومتر Q&Q مدل Q-1 - کارنیل اندازه‌گیری شد. آزمودنی به طور آزمایشی سه مرتبه کوشش راه رفتن را انجام می‌داد تا با نحوه آزمایش آشنا شود. اگر فوت اسکن توسط آزمودنی جهت تنظیم گام مورد هدف قرار می‌گرفت یا تعادل آزمودنی دچار اختلال می‌شد، کوشش راه رفتن تکرار می‌شد (۱۷). تعداد کوشش‌های صحیح راه رفتن برابر ۳ کوشش در هر شرایط بود (۱۷). مدت زمان استراحت بین هر کوشش راه رفتن برابر ۱ یک دقیقه و بین دو شرایط راه رفتن با و بدون کفی برابر ۵ دقیقه بود (۱۷). نوع کفش مورد استفاده در همه‌ی آزمودنی‌ها یکسان بود. تمام پروتکل آزمایشی توسط اپراتور آزمایشگاه که جزء گروه محققین این پژوهش نبود و با نظارت نویسنده مسئول پژوهش جمع‌آوری گردید. داده‌های فشار کف‌پایی در طی فاز اتکای راه رفتن استخراج شد. فاز اتکای راه رفتن به عنوان تماس پاشنه‌ی پا با زمین تا بلند شدن پنجه پا تعیین شد. میانگین سه کوشش راه رفتن طی دو شرایط راه رفتن با کفی بافت‌دار (ساخت کشور ایران، شکل ۱ب) و بدون کفی جهت تحلیل‌های آماری بیشتر مورد استفاده قرار گرفت. متغیرهای مورد نظر اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین، زمان رسیدن به این اوج، نرخ بارگذاری، اوج متغیرهای فشار کف‌پایی در نواحی ده‌گانه پا (شکل ۱ ج)، اوج نیروهای وارده بر نواحی ده‌گانه پا و جابجایی مرکز فشار در دو راستای داخلی–خارجی (cop_x) و قدامی–خلفی (cop_y) بود. این نواحی به ترتیب شامل انگشت شست (T1)، انگشتان دوم تا پنجم (T2-5)، استخوان کف‌پایی اول (Metatarsal one (M1)، استخوان کف‌پایی دوم (M2)، استخوان کف‌پایی سوم (M3)، استخوان کف‌پایی چهارم (M4)، استخوان کف‌پایی پنجم (M5)، بخش میانه پا ((Mid foot(MF)، بخش داخلی پاشنه (Heel medial (HM)) و بخش خارجی پاشنه ((Heel lateral (HL)) بود. جهت محاسبه‌ی نرخ بارگذاری نیروی عمودی عکس‌العمل زمین شیب خط اتصال دهنده از لحظه‌ی تماس پاشنه تا اوج اولیه منحنی عمودی نیروی عکس‌العمل زمین محاسبه شد (۱۸). جهت هموار نمودن داده‌های نیروی عکس‌العمل زمین از فیلتر باترورث مرتبه چهارم با برش فرکانسی ۲۰ هرتز استفاده شد (۱۸). برای نرمال نمودن مقادیر نیروی عمودی عکس‌العمل زمین، این مقادیر بر وزن بدن تقسیم و در عدد صد ضرب شدند (۱۸).

شکل ۱: (الف) مسیر راه رفتن و دستگاه فوت اسکن، (ب) کفی بافت‌دار، (ج) نواحی ده‌گانه پا طی راه رفتن با کفی بافت‌دار

نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو–ویلک تایید شد. از آزمونی آماری تی همبسته جهت مقایسه داده‌ها طی راه رفتن با و بدون کفی استفاده شد. تمام تحلیل‌ها در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ و با استفاده از نرم‌افزار اس.پی.اس.اس (SPSS) نسخه ۲۲ انجام پذیرفت. داده‌های توصیفی در پژوهش شامل میانگین و انحراف استاندارد می‌باشند که در غالب جدول و نمودار نمایش داده شده‌اند. جهت محاسبه اندازه اثر (d) از رابطه زیر استفاده شد (۱۹):

$$\text{اندازه اثر}(d) = \frac{\text{اختلاف میانگین دو شرایط}}{\text{میانگین انحراف استاندارد دو شرایط}}$$

یافته‌ها

سرعت راه رفتن طی شرایط راه رفتن بدون کفی برابر ۱/۰۸±۰/۱۰ متر بر ثانیه و طی شرایط راه رفتن با کفی برابر ۱/۰۹±۰/۰۹ متر بر ثانیه بود. زمان اتکا در شرایط راه رفتن بدون کفی ۹۰۱/۳۸±۱۲۶/۱۴ میلی‌ثانیه و در شرایط راه رفتن با کفی برابر ۹۰۹/۱۶±۱۸۰/۸۵ میلی‌ثانیه بود. اختلاف معنی‌داری در مقادیر سرعت راه رفتن و زمان اتکا بین دو شرایط راه رفتن با و بدون کفی به لحاظ آماری مشاهده نشد (p>۰/۰۵). یافته‌ها نشان داد که اوج مؤلفه‌های نیروی عمودی عکس‌العمل زمین طی راه رفتن با کفی در مقایسه با راه رفتن بدون کفی به لحاظ آماری اختلاف معناداری را دارا نمی‌باشد (p>۰/۰۵) (جدول ۱). زمان رسیدن به اوج اولیه منحنی نیروی عمودی عکس‌العمل زمین طی راه رفتن با کفی در مقایسه با راه رفتن بدون کفی به لحاظ آماری اختلاف معناداری را نداشت (p>۰/۰۵) (جدول ۱). میزان جابجایی مرکز فشار در راستای داخلی–خارجی طی راه رفتن بدون کفی حدود ۳۵/۵۱ درصد بیشتر از راه رفتن با کفی بود (p<۰/۰۰۱، d=۱/۱۳) (جدول ۱). اما میزان جابجایی مرکز فشار در راستای قدامی–داخلی طی راه رفتن با کفی در مقایسه با راه رفتن بدون کفی به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (p>۰/۰۵) (جدول ۱). هم‌چنین هیچ‌گونه اختلاف معناداری در نرخ بارگذاری عمودی طی راه رفتن با کفی در مقایسه با راه رفتن بدون کفی مشاهده نشد (p>۰/۰۵) (جدول ۱).

اوج فشار کف‌پایی وارده بر نواحی ده‌گانه پا نشان داد که میزان اوج فشار کف‌پایی بر روی اولین استخوان کف‌پایی طی راه رفتن بدون کفی حدود ۲۵/۶۹ درصد بزرگتر از راه رفتن با کفی بود (p=۰/۰۲۰، d=۱/۰۲) (جدول ۲). اوج فشار کف‌پایی بر روی دومین استخوان کف‌پایی طی راه رفتن بدون کفی حدود ۲۰/۰۳ درصد کمتر از راه رفتن با کفی بود (p=۰/۰۴۱، d=۰/۷۶) (جدول ۲). هم‌چنین اوج فشار کف‌پایی بر روی سومین استخوان کف‌پایی طی راه رفتن بدون کفی حدود ۲۸/۹۹ درصد کمتر از راه رفتن با کفی بود که اختلاف معناداری نداشت (p=۰/۰۲۳، d=۱/۰۸) (جدول ۲). در سایر نواحی ده‌گانه پا میزان اوج فشار کف‌پایی به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (p>۰/۰۵؛ جدول ۲).

جدول ۱: مقادیر نیروی عمودی عکس‌العمل زمین (بر حسب درصدی از جرم بدن)، زمان رسیدن به اوج نیروها (میلی‌ثانیه)، جابجایی مرکز فشار (میلی‌متر) و نرخ بارگذاری طی دو شرایط راه رفتن با و بدون استفاده از کفی طی زیر فازهای مختلف اتکا راه رفتن

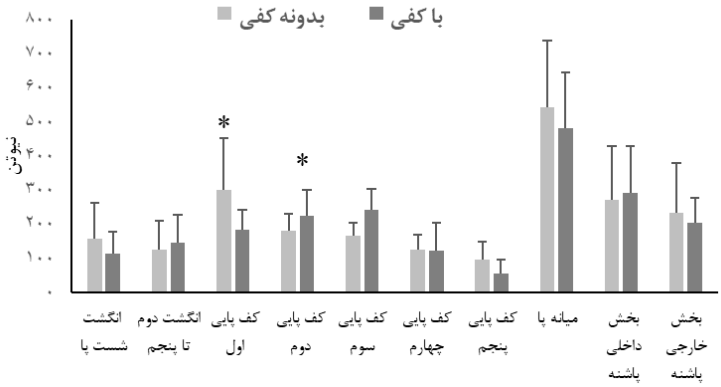
متغیر	مؤلفه	بدون کفی	با کفی	سطح معنی‌داری	اندازه اثر
اوج نیروی عمودی	Fz_{HC}	۱۶۸۴/۵۰ ± ۲۶۹/۵۱	۱۶۶۳/۶۴ ± ۲۶۷/۸۱	۰/۶۰۸	۰/۰۷
عکس‌العمل زمین	Fz_{MS}	۱۳۸۵/۸۳ ± ۱۹۱/۳۷	۱۴۳۵/۷۵ ± ۲۴۷/۴۷	۰/۲۱۴	۰/۱۱
	Fz_{PO}	۱۷۲۱/۰۹ ± ۲۹۵/۵۸	۱۶۶۹/۶۷ ± ۲۳۳/۹۴	۰/۳۸۱	۰/۱۹
زمان رسیدن به اوج نیروها	Fz_{HC}	۲۷۸/۶۳ ± ۸۴/۰۵	۳۱۴/۷۲ ± ۹۷/۱۲	۰/۱۶۷	۰/۳۹
	Fz_{MS}	۵۱۴/۷۲ ± ۱۱۷/۱۳	۵۱۲/۶۹ ± ۱۷۱/۹۰	۰/۹۷۰	۰/۰۱
	Fz_{PO}	۷۰۴/۷۲ ± ۱۰۵/۷۶	۷۳۱/۷۲ ± ۱۱۰/۱۱	۰/۳۵۳	۰/۲۵
مرکز فشار	داخلی–خارجی	۴۵/۶۲ ± ۱۵/۵۵	۲۹/۴۲ ± ۱۳/۰۶	<۰۰۱*	۱/۱۳
	قدامی–خلفی	۲۸۰/۲۴ ± ۲۸/۳۵	۲۸۹/۲۴ ± ۳۹/۲۸	۰/۳۶۹	۰/۲۶
نرخ بارگذاری	عمودی	۶/۵۹ ± ۲/۳۷	۵/۷۹ ± ۲/۰۳	۰/۱۳۲	۰/۳۶

*سطح معنی‌داری p<۰/۰۵؛ Fz_{HC}، اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین طی زیرفاز تماس پاشنه؛ Fz_{MS}، اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین طی زیرفاز میانه اتکا؛ Fz_{PO}، اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین طی زیرفاز هل دادن.

جدول ۲: اوج فشار کف‌پایی (نیوتن بر سانتی‌متر مربع) در نواحی ده‌گانه پا در گروه نابینا در دو شرایط راه رفتن با و بدون استفاده از کفی طی فاز اتکای راه رفتن

ناحیه	بدون کفی	باکفی	سطح معنی‌داری	اندازه اثر
T1	۱۱/۵۷ ± ۶/۴۸	۸/۶۱ ± ۵/۱۰	۰/۱۳۳	۰/۵۱
T2-5	۶/۱۰ ± ۴/۱۰	۶/۱۵ ± ۲/۹۲	۰/۹۳۹	۰/۰۱
M1	۱۱/۰۹ ± ۳/۳۹	۸/۲۴ ± ۲/۱۶	۰/۰۲۰*	۱/۰۲
M2	۱۲/۸۸ ± ۲/۶۱	۱۵/۴۶ ± ۴/۱۷	۰/۰۴۱*	۰/۷۶
M3	۱۰/۵۲ ± ۲/۳۷	۱۳/۵۷ ± ۳/۲۸	۰/۰۲۳*	۱/۰۸
M4	۸/۳۶ ± ۲/۰۲	۷/۳۴ ± ۴/۸۷	۰/۵۷۹	۰/۲۸
M5	۶/۳۲ ± ۲/۷۵	۴/۹۳ ± ۳/۹۸	۰/۳۶۵	۰/۴۱
MF	۸/۱۹ ± ۲/۲۵	۷/۲۲ ± ۲/۰۲	۰/۲۷۹	۰/۲۸
HM	۹/۲۷ ± ۴/۸۲	۱۰/۲۳ ± ۴/۱۶	۰/۵۵۸	۰/۲۱
HL	۸/۳۹ ± ۳/۹۶	۸/۶۸ ± ۳/۵۶	۰/۸۱۰	۰/۰۷

*سطح معنی‌داری p<۰/۰۵



نمودار ۱: اوج نیروهای وارده بر نواحی ده‌گانه پا در گروه نابینا در دو شرایط راه رفتن با و بدون استفاده از کفی طی فاز اتکا راه رفتن

اوج نیروی وارده بر نواحی ده‌گانه پا نشان داد که میزان نیرو بر روی اولین استخوان کف‌پایی طی راه رفتن بدون کفی حدود ۶۴/۳۰ درصد بزرگتر از راه رفتن با کفی بود (d= ۱/۱۲ ،p=۰/۰۰۴) (نمودار ۱). هم‌چنین میزان نیرو بر روی دومین استخوان کف‌پایی طی راه رفتن بدون کفی حدود ۱۹/۷۰ درصد کمتر از راه رفتن با کفی بود که به لحاظ آماری اختلاف معناداری را نشان داد (۰/۰۱۰ =p، d=۰/۷۱) (نمودار ۱). مقادیر اوج نیرو در سایر نواحی ده‌گانه طی راه رفتن بدون کفی در مقایسه‌ی راه رفتن با کفی اختلاف معنی‌داری نداشت (۰/۰۵ <p؛ نمودار ۱).

بحث

هدف از این مطالعه مقایسه متغیرهای فشار کف‌پایی طی راه رفتن با کفی و بدون کفی در افراد نابینا بود. در پژوهش حاضر اختلاف معنی‌داری در مقادیر سرعت راه رفتن و زمان اتکا بین دو شرایط راه رفتن با و بدون کفی به لحاظ آماری مشاهده نشد. نتایج تحقیق نشان داد که میانگین جابجایی مرکز فشار در راستای داخلی–خارجی طی راه رفتن بدون کفی در مقایسه با راه رفتن با کفی بیشتر بود و مقادیر اندازه اثر بالا می‌باشد که نشان از تاثیر بالای متغیر مستقل یعنی کفی بافت‌دار می‌باشد. همانطور که پاها به‌طور مستقیم با زمین ارتباط دارند، نشانه‌های پوستی اطلاعات بسیاری درباره ویژگی‌های سطح حمایت و تغییرات فشار کف پاها را به‌طور مستقیم از تغییر مکان مرکز فشار (Cop) فراهم می‌کند (۲۰). تحقیقات نشان داده است که آن‌چه که باعث کاهش نوسانات مرکز فشار می‌شود، ارتباط بهینه بین مکانیزم‌های فیدبکی حاصل از سیستم‌های حسی–پیکری، دهلیزی و بینایی می‌باشد (۲۱). نقص ساختاری و عملکردی در هر کدام از این مکانیزم‌ها باعث افزایش نوسانات مرکز فشار و نقص در کنترل قامت می‌شود (۲۲). مطالعات نشان داده است که اطلاعات ورودی از پوست کف پا در کنترل تعادل نقش مهمی را دارا می‌باشد (۱۳, ۱۱). گیرنده‌های عمقی در کنترل دائمی جابجایی مرکز فشار نقش دارند، گیرنده‌های کف پا مهم‌ترین گیرنده‌های درگیر در ارزیابی سطح اتکا هستند (۲۳). با توجه به نقش مهم ناحیه کف پا در حفظ تعادل (۲۴) به نظر می‌رسد که مکانیسم احتمالی اثر کفی بافت‌دار بر میزان نوسانات، افزایش فشار در کف پا توسط برآمدگی‌های موجود در کفی بافت‌دار است که تحریکی حسی قوی‌تری را به گیرنده‌های مکانیکی وارد می‌کند. علاوه بر این، افزایش شیب فشاری که بین نقاط برجسته تا نقاط فرو رفته در الگوی کفی بافت‌دار وجود دارد، می‌تواند تحریک بیشتری را برای گیرنده‌های مکانیکی ایجاد کند (۱۱). این تاثیر باعث افزایش کلی بازخورد عصبی گیرنده‌های پوستی به سیستم عصبی مرکزی و احتمالا باعث بهبود کنترل وضعیتی می‌شود. کفی بافت‌دار اطلاعات لمسی مناسبی را درباره موقعیت بدن در حالت عمودی فراهم می‌کند. از آن‌جایی که گیرنده‌های دیر انطباق (Slow adapting) فشار مداوم وارد به کف پا را کدگذاری می‌کنند (۲۵)، می‌توان گفت که برجستگی‌های روی سطح این کفی آگاهی بدن را افزایش داده و با بهبود عملکرد فضایی اطلاعات دقیق‌تری را فراهم می‌کنند (۱۳). نتایج تحقیق حاضر با نتایج Qiu، همکاران (۱۰) و Corbin و همکاران (۱۱) همسو می‌باشد. این مطالعات نشان دادند که در افراد سالم جوان با پوشیدن کفی بافت‌دار نوسانات مرکز فشار در جهت داخلی–خارجی کاهش یافته است (۱۱). هم‌چنین Corbin و همکاران کاهش در سرعت و سطح نوسانات قامتی را در افراد جوان با پوشیدن کفی بافت‌دار گزارش کرده‌اند (۱۰). یافته‌های پژوهش حاضر هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری را در اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین طی سه فاز تماس پاشنه، میانه استقرار و هل دادن قبل و هنگام استفاده آنی از کفی بافت‌دار در افراد نابینا نشان نداد. گزارش شده است که کفی بافت‌دار سبب افزایش معنی‌دار در دامنه حرکتی مفاصل زانو و ران در صفحه سجیتال، اوج دورسی فلکشن مچ پا، فلکشن زانو، و اوج نیروی

عکس‌العمل در فاز هل دادن در افراد مبتلا به مولتیپل اسکولروزیس می‌شود (۲۶). این نتایج با نتایج پژوهش حاضر در ارتباط با اثر کفی بافت‌دار بر اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین طی فاز هل دادن در افراد نابینا همسو نمی‌باشد. علل احتمالی این أمر را می‌توان به تفاوت در نمونه مورد مطالعه و تفاوت احتمالی در ساختار مورد استفاده در کفی‌ها مرتبط دانست. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که اوج فشار کف‌پایی و اوج نیروها در اولین استخوان کف‌پایی طی راه رفتن بدون کفی در مقایسه با راه رفتن با کفی بیشتر بود. اما اوج فشار کف‌پایی در دومین و سومین استخوان کف‌پایی طی راه رفتن بدون کفی در مقایسه با راه رفتن با کفی کمتر بود. هم‌چنین اوج نیروها در در دومین استخوان کف‌پایی طی راه رفتن با کفی بیشتر از راه رفتن بدون کفی بود. هر چند تمام سطح کف‌پایی که با زمین تماس دارد در معرض فشار قرار می‌گیرد، اما الگوی فشار اعمال شده بر کف پا با ساختار نرمال نشان داده است که بیشترین بار و فشار عمودی هنگام تماس با زمین بر پاشنه اعمال می‌شود. پس از پاشنه سر استخوان‌های کف‌پایی اول و کف‌پایی دوم بیشترین فشار را تحمل می‌کنند. در میان انگشتان، انگشت شست بیشترین فشار را طی راه رفتن تحمل می‌کند (۲۷). از آن‌جایی که اولین استخوان کف‌پایی یکی از نواحی است که هنگام انتقال وزن و پیشروی بیشترین نقش را داد. بیشتر بودن اوج فشار و نیرو در اولین استخوان کف‌پایی به‌طور کلی در افراد نابینا می‌تواند ناشی از ترس از بهم خوردن تعادل و سقوط باشد (۲۸) که این افراد برای حفظ تعادل، وزن بیشتری را موقع راه رفتن در ناحیه داخلی پا تحمل می‌کنند. با استفاده از کفی بافت‌دار در افراد نابینا این تحمل وزن در اولین استخوان کف‌پایی کمتر شده است. استفاده از کفی مناسب، ساختار اسکلتی پا را تنظیم و الگوی گشتاوری اندام تحتانی را حین راه رفتن اصلاح می‌کند (۲۹). در تبیین افزایش نیرو و فشار در دومین و سومین استخوان کف‌پایی طی راه رفتن با کفی در پژوهش حاضر می‌توان این طور بیان کرد که پرونیشن عقب پا در طی فاز اتکا راه رفتن و تماس اولیه پاشنه با زمین غالبا به‌عنوان یکی از اجزاء مکانیسم جذب ضربه در اندام تحتانی در نظر گرفته می‌شود (۳۰). افزایش نیروی برخورد در صورت استفاده از کفی بافت‌دار 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. با وجود این، اثبات هرچه بهتر این موضوع نیاز به انجام پژوهش‌های بیشتر در این زمینه دارد. یک مطالعه أخیرا نشان داد که استفاده آنی از کفی بافت‌دار متغیرهای فضایی–زمانی راه رفتن را در افراد مبتلا به مولتیپل اسکولروزیس تغییر نمی‌دهد (۱۴)، این نتایج با یافته‌های پژوهش حاضر در ارتباط با عدم مشاهده اثر معنی‌دار کفی بافت‌دار بر زمان اتکا و سرعت راه رفتن در افراد نابینا همسو می‌باشد. پژوهش حاضر دارای محدودیت‌هایی بود که از آن جمله می‌توان به کم بودن تعداد آزمودنی‌ها، عدم وجود جنسیت زن در نمونه آماری اشاره نمود. از سوی دیگر عدم ثبت هم‌زمان متغیرهای کینماتیکی و فعالیت الکترومایوگرافی عضلات از دیگر محدودیت‌های این پژوهش بود. به‌علاوه، در پژوهش حاضر اثر آنی استفاده از کفی مورد مطالعه قرار گرفت، در حالی‌که بررسی اثرات طولانی‌مدت این کفی ممکن است نتایج متفاوتی رو بر روی مقادیر متغیرهای فشار کف پای طی راه رفتن در افراد نابینا داشته باشد.

نتیجه‌گیری

کفی بافت‌دار مورد استفاده اثرات مثبتی بر میزان جابجایی مرکز فشار در راستای داخلی–خارجی داشت، که نشان از بهبود تعادل افراد نابینا در راستای داخلی–خارجی هنگام استفاده از کفی است. اوج فشار کف‌پایی و اوج نیروها را در اولین استخوان کف‌پایی طی راه رفتن با کفی در مقایسه با شرایط بدون کفی تغییری را نشان داد. اوج فشار کف‌پایی در دومین و سومین استخوان کف‌پایی طی راه رفتن با کفی در مقایسه با شرایط بدون کفی افزایش یافت.

قدردانی

از تمامی افراد شرکت‌کننده در پژوهش کمال تشکر و قدردانی را داریم.

مشارکت مؤلفان

ا ج، م د، م ع و همکاران طراحی، اجرا و تحلیل نتایج مطالعه را بر عهده داشت. م ب هم‌چنین مقاله را تالیف نموده و نسخه نهایی آن را خوانده و تایید کرده است.

تعارض در منافع

هیچ‌گونه موردی از تعارض در منافع وجود نداشت.

ملاحظات اخلاقی

پروتکل این مطالعه در کمیته پزشکی دانشگاه علوم پزشکی استان اردبیل به شماره مرجع R-ARUMS-REC-1396-257 به تایید رسیده است.

منابع مالی

حمایت مالی از این طرح تحقیقاتی تحت شماره گرنت ۵۶۴۱ از طرف دانشگاه محقق اردبیلی صورت پذیرفته است.

References

1. Woldeyes A, Adamu Y. Gender differences in adult blindness and low vision, Central Ethiopia. *Ethiopian medical journal* 2008; **46**(3): 211-218.
2. Rosen S. *Kinesiology and sensorimotor function. American Foundation for the Blind.* 2nd ed. *New York* 1997: 456–482.

3. Memar R, Noori S. Comparison of plantar pressure distribution between the right and left foot and their correlation with height and weight at wrestlers. *Scientific Journals Management System* 2016; **14**(12): 45-58. doi: 10.18869/acadpub.jsmt.14.12.45
4. Landorf KB, Keenan A-M. Efficacy of foot orthoses. What does the literature tell us? *Journal of the American Podiatric Medical Association* 2000; **90**(3): 149-158. doi: 10.7547/87507315-90-3-149
5. Majlesi M, Farahpour N. Kinematic and spatio-temporal characteristics of gait in blind individuals. *J Res Rehabil Sci* 2015; **11**(4): 292-300.
6. Qiu F, Cole MH, Davids KW, Hennig EM, Silburn PA, Netscher H, et al. Effects of textured insoles on balance in people with Parkinson's disease. *PloS one* 2013; **8**(12): e83309. doi: 10.1371/journal.pone.0083309
7. Salari-Moghaddam F, Sadeghi-Demneh E, Ja'farian FS. The Effects of textured insole on ankle proprioception and balance in subjects with the risk of falling. *Archives of Rehabilitation* 2015; **16**(1): 58-65.
8. Palluel E, Olivier I, Nougier V. The lasting effects of spike insoles on postural control in the elderly. *Behavioral neuroscience* 2009; **123**(5): 1141. doi: 10.1037/a0017115
9. Jenkins J, Ellis C. Using ground reaction forces from gait analysis: Body mass as a weak biometric. *International Conference on Pervasive Computing* 2007: 251-261. doi: 10.1007/978-3-540-72037-9_15
10. Corbin D M, Hart J M, McKeon P O, Ingersoll C D, Hertel J. The effect of textured insoles on postural control in double and single limb stance. *Journal of sport rehabilitation* 2007; **16**(4): 363-372. doi: 10.1123/jsr.16.4.363
11. Qiu F, Cole M H, Davids K, Hennig E, Silburn P, Netscher H, et al. Enhanced somatosensory information decreases postural sway in older people. *Gait & posture* 2012; **35**(4): 630-635. doi: 10.1016/j.gaitpost .2011.12.013
12. McKeon PO, Stein AJ, Ingersoll CD, Hertel J. Altered plantar-receptor stimulation impairs postural control in those with chronic ankle instability. *Journal of sport rehabilitation* 2012; **21**(1): 1-6. doi: 10.1123/jsr.21.1.1
13. Palluel E, Nougier V, Olivier I. Do spike insoles enhance postural stability and plantar-surface cutaneous sensitivity in the elderly? *Age* 2008; **30**(1): 53-61. doi: 10.1007/s11357-008-9047-2
14. Dixon J, Hatton A, Robinson J, Gamesby-Iyayi H, Hodgson D, Rome K, et al. Effect of textured insoles on balance and gait in people with multiple sclerosis: an exploratory trial. *Physiotherapy*. 2014; **100**(2): 142-149. doi: 10.1016/j.physio.2013.06.003
15. Qu X. Impacts of different types of insoles on postural stability in older adults. *Applied ergonomics* 2015; **46**: 38-43. doi: 10.1016/j.apergo.2014.06.005
16. Lack S, Barton C, Malliaras P, Twycross-Lewis R, Woledge R, Morrissey D. The effect of anti-pronation foot orthoses on hip and knee kinematics and muscle activity during a functional step-up task in healthy individuals: A laboratory study. *Clinical Biomechanics* 2014; **29**(2): 177-182. doi: 10.1016/j.clinbiomech. 2013.11.015
17. Jafarnezhadgero AA, Oliveira AS, Mousavi SH, Madadi-Shad M. Combining valgus knee brace and lateral foot wedges reduces external forces and moments in osteoarthritis patients. *Gait & posture* 2018; **59**: 104-110. doi: 10.1016/j.gaitpost.2017.09.040
18. Farahpour N, Jafarnezhad A, Damavandi M, Bakhtiari A, Allard P. Gait ground reaction force characteristics of low back pain patients with pronated foot and able-bodied individuals with and without foot pronation. *Journal of biomechanics* 2016; **49**(9): 1705-1710. doi: 10.1016/j.jbiomech.2016.03.056
19. Cohen J. A power primer. *Psychological bulletin* 1992; **112**(1): 155.
20. Perry S D. Evaluation of age-related plantar-surface insensitivity and onset age of advanced insensitivity in older adults using vibratory and touch sensation tests. *Neuroscience letters* 2006; **392**(1-2): 62-67. doi: 10.1016/j.neulet.2005.08.060
21. Costa M, Priplata A, Lipsitz L, Wu Z, Huang N, Goldberger AL, et al. Noise and poise: enhancement of postural complexity in the elderly with a stochastic-resonance–based therapy. *EPL (Europhysics Letters)* 2007; **77**(6): 68008. doi: 10.1209/0295-5075/77/68008
22. Duarte M, Sternad D. Complexity of human postural control in young and older adults during prolonged standing. *Experimental Brain Research* 2008; **191**(3): 265-276. doi: 10.1007/s00221-008-1521-7
23. Maurer C, Mergner T, Bolha B, Hlavacka F. Human balance control during cutaneous stimulation of the plantar soles. *Neuroscience letters* 2001; **30**2(1): 45-48. doi: 10.1016/s0304-3940(01)01655-x
24. Wanderley FS, Alburquerque-Sendín F, Parizotto NA, Rebelatto JR. Effect of plantar vibration stimuli on the balance of older women: a randomized controlled trial. *Archives of Physical medicine and rehabilitation* 2011;**92**(2):199-206. doi: 10.1016/j.apmr.2010.10.014
25. Kennedy PM, Inglis JT. Distribution and behaviour of glabrous cutaneous receptors in the human foot sole. *The Journal of physiology* 2002; **538**(3): 995-1002. doi: 10.1113/jphysiol.2001.013087
26. Kelleher KJ, Spence W, Solomonidis S, Apatsidis D. The effect of textured insoles on gait patterns of people with multiple sclerosis. *Gait & posture* 2010; **32**(1): 67-71. doi: 10.1016/j.gaitpost.2010.03.008
27. Cavanagh PR, Rodgers MM, liboshi A. Pressure distribution under symptom-free feet during barefoot standing. *Foot & Ankle* 1987; **7**(5): 262-278. doi: 10.1177/10711007 8700700502
28. Patino CM, McKean-Cowdin R, Azen SP, Allison JC, Choudhury F, Varma R. Central and peripheral visual impairment and the risk of falls and falls with injury. *Ophthalmology* 2010; **117**(2): 199-206. doi: 10.1016/j.ophtha.2009.06.063
29. Karimi MT, Fereshtenejad N, Pol F. The impact of foot insole on the energy consumption of flat foot subjects during walking. *Journal of research in rehabilitdtion sciences* 2011; **7**(5): 652-660.
30. 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. doi: 10.1016/ s0966-6362(02)00065-6