Archive of SID

Medical Journal
of
Tabriz University of Medical Sciences and Health Services

Original Article

The acute effect of using of texture foot orthoses on ground reaction forces in older adults during walking

AydinValizade Orang*, Arefeh Mokhtari Malekabadi, Amir Ali Jafarnezhadgero

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

Received: 11 May 2019 Accepted: 31 Aug 2019 First Published online: 24 Feb 2021
Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2021;42(6):756-763

Abstract

Background: Walking is one the common daily activities. With the beginning of middle age, weakness in the lower limb muscles can reduce the ability to walk. The use of foot orthoses reduce the load on the limbs and supports the joints during walking. The purpose of the present study was to investigate the acute effect of foot orthoses on the frequency spectrum of ground reaction forces during walking in the older adults.

Methods: In this semi-experimental and laboratory study, 21 elderly (15 females and 6 males (with a mean height of 164.19±4.26 centimeters and weight of 80.04±3.50 kg, and age of 66.00±3.50 years were volunteered to participate in the study. The walking trials were done during three conditions including walking without foot orthoses, walking with small and large textured orthoses .The Bertec force plate (made in USA) with dimensions of 40 * 60 cm was used to record ground reaction forces.

Results: The results of this study did not show any significant differences between walking without foot orthoses, walking with small and large textured foot orthoses for frequency of 99.5%, median frequency, frequency band and number of essential harmonics ($P>0.05$). However, the comfort level during wearing of large texture insole condition significantly increased compared to other conditions ($P<0.05$).

Conclusion: The textured foot orthoses do not affect the frequency spectrum of ground reaction forces; however, it improves the comfort of the individual while walking.

Keywords: Orthoses, Frequency Spectrum, Elderly, Walking, Ground Reaction Force

How to cite this article: Valizade Orang A, Mokhtari Malekabadi A, Jafarnezhadgero AA. [The acute effect of using of texture foot orthoses on ground reaction forces in older adults during walking]. Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2020;42(6):756-763. Persian.

© 2020 The Author. 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.

www.SID.ir

Archive of SID

مقاله پژوهشی

اثر آنی استفاده از کفی بافت‌دار پا بر نیروهای عکس‌العمل زمین در سالمندان طی راه رفتن

آیدین ولی‌زاده اورنج*، عارفه مختاری ملک‌آبادی، امیرعلی جعفرنژاد گرو

گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
* نویسنده مسؤول؛ ایمیل: jteymour@gmail.com

دریافت: ۱۳۹۸/۲/۲۱ پذیرش: ۱۳۹۸/۶/۹ انتشار برخط: ۱۳۹۹/۱۲/۶
مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی- درمانی تبریز. ۱۳۹۹؛۴۲(۶):۷۵۶-۷۶۳

چکیده

زمینه: راه‌رفتن یکی از فعالیت‌های روزانه رایج است. با آغاز دوران میانسالی، ضعف عضلات اندام تحتانی منجر به کاهش توانایی راه‌رفتن می‌شود. استفاده از کفی‌ها باعث کاهش بار وارده بر اندام‌ها و حمایت از مفاصل طی راه‌رفتن می‌شود. هدف پژوهش حاضر، بررسی اثر آنی انواع کفی بر طیف فرکانس نیروهای عکس‌العمل زمین در سالمندان طی راه‌رفتن است.

روش کار: پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی و آزمایشگاهی بود. ۲۱ سالمند (۱۵ زن و ۶ مرد) با میانگین و انحراف استاندارد قد ۴/۲۶ ±۱۶۴/۱۹ سانتی‌متر، وزن ۳/۵۰ ±۸۰/۰۴ کیلوگرم و سن ۳/۵۰ ±۶۶/۰۰ سال داوطلب شرکت در پژوهش شدند. کوشش‌های راه‌رفتن طی ۳ شرایط بدون کفی، با کفی درشت و کفی ریز انجام شدند. برای ثبت نیروهای عکس‌العمل زمین از صفحه‌نیروی برتک ساخت کشور آمریکا با ابعاد ۴۰*۶۰ سانتی‌متر استفاده شد.

یافته ها: نتایج پژوهش حاضر هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری بین راه‌رفتن بدون کفی، با کفی بافت‌دار درشت و با کفی بافت‌دار ریز در مولفه‌های فرکانس با توان ۹۹/۵ درصد، میانه فرکانس، باند فرکانس و تعداد هارمونی ضروری نشان نداد ($P>0/05$). با وجود این، میزان راحتی کفی بافت‌دار درشت نسبت به دو شرایط دیگر افزایش معنی‌داری را نشان داد ($P<0/05$).

نتیجه گیری: نتایج نشان داد که کفی بافت‌دار بر مقادیر طیف فرکانس نیروی عکس‌العمل زمین اثرگذار نیست، با این وجودسبب بهبود راحتی فرد طی راه‌رفتن می‌شود.

کلید واژه‌ها: کفی، طیف فرکانس، سالمندان، راه‌رفتن، نیروی عکس‌العمل زمین

نحوه استناد به این مقاله: ولی‌زاده اورنج آ، مختاری ملک‌آبادی ع، جعفرنژاد گرو ا ع. اثر آنی استفاده از کفی بافت‌دار پا بر نیروهای عکس‌العمل زمین در سالمندان طی راه رفتن. مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی- درمانی تبریز. ۱۳۹۹؛۴۲(۶):۷۵۶-۷۶۳

حق تالیف برای مولف 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 گردیده که طبق مفاد آن هرگونه استفاده تنها در صورتی مجاز است که به اثر اصلی به نحو مقتضی استناد و ارجاع داده شده باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

راه رفتن به عنوان یک مهارت پایه، بیشترین بخش فعالیت حرکتی روزمره انسان را به خود اختصاص داده است (۱). راه‌رفتن طی سال اول زندگی فرا گرفته می‌شود که این مهارت در حدود ۷ سالگی به تکامل رسیده و تا ۶۰ سالگی در همان سطح باقی می‌ماند (۲). پای انسان نخستین نقطه تماس بین بدن و محیط بیرون در زمان ایستادن است و در انتقال اطلاعات و حفظ تعادل ایستا و پویا نقش دارد (۳). اندام تحتانی با استفاده از گیرنده‌های مکانیکی در پا، گیرنده‌های مفصلی در کپسول مچ پا و پروپریوسپتورهای درون عضلات پا اطلاعات مربوط به موقعیت فرد را دریافت می‌کنند. تعداد گیرنده‌های مکانیکی در سطح کف پا با افزایش سن کاهش می‌یابد (۳) و منجر به کاهش تعادل می‌شود. از ۵۰ سالگی به بعد به ازای هر سال ۴ درصد قدرت عضلات اندام تحتانی کاهش می‌یابد (۴) که این کاهش قدرت منجر به اختلالات تعادلی و ضعف عضلات اندام تحتانی می‌شود. با آغاز دوران میانسالی و شروع فرآیند پیری، ضعف عضلات اندام تحتانی منجر به کاهش توانایی راه‌رفتن می‌شود (۵). راه رفتن که در دوران سالمندی با مشکلاتی همراه است، به‌عنوان شاخصی برای تعیین میزان دستیابی به استقلال در انجام امور روزمره سالمندان محسوب می‌شود (۶). با ورود فرد به دوران سالمندی، الگوی راه‌رفتن تغییر یافته و توانایی فرد برای راه‌رفتن کاهش می‌یابد(۴). طبق پیش‌بینی‌ها تا سال ۲۰۲۵، ۲۶ درصد جمعیت جهان را افراد سالمند تشکیل خواهند داد (۷). همچنین طی ۵۰ سال آینده در ایران، ۲۰ درصد جامعه که حدودا ۲۶ میلیون نفر از جمعیت را تشکیل می‌دهند، سالمندان بالای ۶۰ سال خواهند بود (۸). این آمارها نشان‌دهنده اهمیت زیاد توجه به این گروه از جامعه است. ۳۰ درصد افراد بالای ۶۵ سال و ۵۰ درصد افراد بالای ۸۵ سال حداقل یک بار در سال زمین‌خوردگی را تجربه می‌کنند (۹). در افراد بالای ۶۵ سال، ۳۱ درصد زمین‌خوردن‌ها منجر به آسیب‌های جدی نظیر انواع شکستگی می‌شوند (۱۰) و تقریبا ۴۰ درصد زمین‌خوردن‌ها در افراد بالای ۸۵ سال منجر به مرگ می‌شود (۹). حفظ تعادل یکی از شاخص‌های تعیین استقلال سالمندان به شمار می‌رود، تشخیص و بررسی عواملی که بر تغییرات تعادل تاثیرگذار است، برای افزایش زمینه‌های استقلال در حرکت و افزایش ایمنی اجرای حرکات ورزشی و فعالیت‌های فیزیکی روزمره و همچنین جلوگیری از آسیب‌های ناشی از سقوط، مورد توجه محققان قرار گرفته است (۱۱). به همین دلیل یافتن روش‌های غیرتهاجمی برای افزایش تعادل و قدرت عضلات در اندام تحتانی سالمندان و کاهش زمین‌خوردن در این افراد اهمیت زیادی دارد. رایج‌ترین درمان غیر‌جراحی برای بهبود عملکرد عضلانی سالمندان استفاده از ابزار کمکی، حمایتی، ارتوز و کفی‌ها است.

نکات کاربردی

کفی بافت‌دار میزان راحتی فرد را بهبود می‌بخشد. باوجود این، بر طیف فرکانس نیروهای عکس‌العمل زمین اثرگذار نمی‌باشد.

ابزار حمایتی مثل انواع ارتوز و بریس می‌توانند با تحریک گیرنده‌های پروپریوسپتور درون عضلات پا و پوست باعث بهبود عملکرد گیرنده‌های حسی عمقی و در نتیجه ثبات مفصل شوند. کفش‌ها و کفی‌های موجود در آن ممکن است بر کیفیت بازخورد حسی از پا تاثیر گذارند و به عنوان یک فیلتر حساس بین پا و محیط خارجی عمل کنند (۳). انواع مختلفی از کفش‌ها و کفی‌ها بررسی شده‌اند که روی تعادل اثرگذار هستند (۱۲). کفی‌های کفش و ارتوزها روی بازخورد حسی پاها اثر می‌گذارند و کمک به حفظ و کنترل پاسچر می‌کنند. گزارش شده است کفی‌ها و ارتوز‌های نرم بر ثبات و پایداری راه‌رفتن تاثیر منفی دارند؛ بنابراین بهتر است برای رسیدن به تاثیرات منفی از کفی‌ها و ارتوزهای نازک و سخت استفاده شود (۱۳). از ارتوز برای برطرف کردن اختلالات اسکلتی‌عضلانی، مشکلات اسکلتی، و معلولیت‌ها و... استفاده می‌شود (۳). فیدبک‌های گیرنده‌های مکانیکی موجود در کف پا هنگام تماس با سطوح مختلف تغییر می‌کنند؛ به همین دلیل است که کفی‌های دارای برجستگی برای عملکرد بهتر اطلاعات حسی‌عمقی کف پا توجه محققین را جلب کرده است(۱۴). استفاده از کفی‌های دارای برجستگی منجر به جلوگیری و توانبخشی آسیب‌ها، بهبود کارایی و افزایش راحتی می‌شود (۳). همچنین استفاده از این نوع کفی‌ها باعث می‌شود فعالیت عضلانی که برای کنترل و ثبات چرخش‌های اندام تحتانی و هدایت راستای پا نیاز است، کاهش یابد (۳). طبق پژوهش انجام شده توسط کیو و همکاران که اثر کفی بافت‌دار در افراد جوان و سالمند را مقایسه کرده بود، به این نتیجه رسید که این نوع کفی منجر به بهبود نوسانات پاسچر در هر دو گروه به خصوص سالمندان می‌شود (۱۵). همچنین گزارش شده که ارتوز می‌تواند باعث کاهش نیروی عکس‌العمل زمین شود (۱۶). اثرات استفاده از ارتوز روی گشتاور مفاصل (۱۷)، شاخص عدم تقارن گشتاور مفاصل، دامنه نیروهای عکس‌العمل زمین و همچنین طیف فرکانس نیروهای عکس‌العمل زمین (۳) و فعالیت عضلانی (۱۸) در مطالعات گذشته بررسی شده‌اند. پارامترهای کینتیکی، مانند نیروهای عکس‌العمل زمین و طیف فرکانس، تغییرات مکانیکی مربوط به بیماری‌ها و تغییرات اندام تحتانی را بیان می‌کنند؛ درمیان پارامترهای راه‌رفتن و دویدن متغیرهای کینتیکی اهمیت ویژه‌ای دارند (۱۹) . تحلیل طیف فرکانس، برای ارزیابی تغییرات مکانیکی اندام تحتانی طی راه‌رفتن است که علاوه بر بررسی تمام نقاط گسسته مانند اوج نیروها و مقدار زوایای مفصلی، توانایی ارزیابی کل سیکل حرکات انتقالی را نیز فراهم

www.SID.ir

Archive of SID

می‌کند (۲۰). تحلیل طیف فرکانس نیروهای عکس‌العمل زمین برای ارزیابی عادی و پاتولوژیک راه‌رفتن استفاده شده است (۱۹) اما مطالعات محدودی در زمینه تاثیرات کفی‌ها بر راه رفتن سالمندان با بررسی طیف فرکانس نیروها وجود دارد. از این رو بررسی اثرات استفاده از مداخلاتی مانند کفی‌ها بر تعادل و ارزیابی پاتولوژیک راه‌رفتن سالمندان با تحلیل طیف فرکانس نیروهای عکس‌العمل زمین اهمیت زیادی دارد. بنابراین هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر آنی استفاده از انواع کفی بر طیف فرکانس نیروهای عکس‌العمل زمین در سالمندان طی راه‌رفتن است.

روش کار

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی و آزمایشگاهی بود. نمونه آماری پژوهش حاضر شامل ۲۱ نفر سالمند (۱۵ خانم و ۶ آقا/) با میانگین قد ۱۶۴/۱۹۵ سانتی‌متر و وزن ۸۰/۰۴ کیلوگرم و ۶۶/۳۵ سال بودند که به صورت داوطلبانه و در دسترس در پژوهش حاضرشرکت کردند. معیارهای ورود به پژوهش حاضر داشتن حداقل سن ۶۰ سال، توانایی انجام مستقل فعالیت‌های روزمره، سلامت جسمی و ذهنی بود. معیارهای خروج شامل سابقه شکستگی، مشکلات عصبی‌عضلانی، اختلاف طول اندام بیشتر از ۵ میلی‌متر، داشتن عیوب شنوایی و بینایی اصلاح نشده، قطع عضو به علت بیماری و مشکلات موقتی موثر بر تعادل، داشتن سابقه بیماری شدید جسمانی و عضلانی، وابستگی افراد به صندلی چرخ دار و بیماری‌های موثر بر گیرنده‌های حسی‌عمقی از جمله دیابت بود. پای برتر آزمودنی‌ها توسط آزمون شوت نمودن توپ مشخص شد. جهت شرکت در پژوهش از آزمودنی‌ها رضایت‌نامه کتبی دریافت شد و اخلاق پژوهشی در تمامی مراحل رعایت شد و تمامی موارد اجرای پژوهش مطابق با اعلامیه هلسینکی بود (۲۱). کفی‌های مورد استفاده در این پژوهش از نوع بافت‌دار بود (شکل ۱). کفی‌ها دارای بافت‌های درشت و ریز بودند که این ویژگی دو کفی را از یکدیگر متمایز می‌کرد. کفی‌های مورد استفاده به‌طور کامل بخش جلو، عقب و میانی پا را پوشش می‌داد. متناسب با اندازه پای هر فرد برای هر آزمودنی کفی مناسب استفاده شد.

شکل ۱: کفی بافت‌دار درشت و ریز مورد استفاده در پژوهش

برای ثبت نیروهای عکس‌العمل زمین از صفحه‌نیروی برتک ساخت ایالات متحده آمریکا با ابعاد ۴۰*۶۰ سانتی‌متر (Bertec Corporation, Columbus, OH) استفاده شد. نرخ نمونه برداری ۱۰۰۰ هرتز در نظر گرفته شد. داده‌های نیروی عکس‌العمل زمین طی فاز اتکا راه‌رفتن استخراج شد. از فیلتر باترورث با برش فرکانسی ۲۰ هرتز جهت فیلتر کردن داده‌های نیروی عکس‌العمل زمین استفاده شد. پردازش داده‌ها با نرم‌افزار MATLAB صورت گرفت. این نرم‌افزار داده‌های یک سیکل راه‌رفتن را به شیوه اینترپولیت به صورت ۱۰۱ نقطه طی فاز اتکا راه‌رفتن محاسبه نمود. از آزمودنی‌ها خواستیم تا در مسیر مشخص‌شده که صفحه‌نیرو را قرار داده‌ایم با سرعت خود انتخابی راه بروند. این آزمون در سه مرحله بدون کفی، با کفی بافت‌دار ریز و کفی بافت‌دار درشت انجام شد. طی هر مرحله ، ۳ کوشش راه‌رفتن صورت گرفت. کوشش صحیح شامل برخورد کامل پا (سه فاز راه‌رفتن شامل برخورد پاشنه، میانه اتکا و جدا شدن پنجه از زمین (شکل ۲) بر روی بخش میانی دستگاه صفحه‌نیرو بود. در صورت مورد هدف قرار نگرفتن صفحه‌نیرو توسط آزمودنی و یا اختلال در تعادل آزمودنی کوشش دوباره تکرار می‌شد. در پژوهش حاضر نوع کفش (Adidas) برای تمامی آزمودنی‌ها یکسان و با توجه به شماره پای آن‌ها انتخاب شد. مرکز سلامت دانشگاه محقق اردبیلی به عنوان محل اجرای پژوهش انتخاب شد.

شکل ۲: سه فاز راه‌رفتن شامل برخورد پاشنه، میانه اتکا و جدا شدن پنجه از روی دستگاه صفحه‌نیرو

نیروهای عکس‌العمل زمین در سه راستای داخلی‌خارجی (Fx)، قدامی‌خلفی (Fy) و عمودی (Fz) تجزیه و تحلیل شدند. تبدیل فوریر روی نیروهای عکس‌العمل زمین در همه آزمودنی‌ها انجام شد. مولفه فرکانس با توان ۹۹/۵٪ از قطعه power spectral density (PSD) به عنوان معیار برای نشان دادن محتوای فرکانس انتخاب شد. این انتخاب برای شناسایی ویژگی‌های ظریف الگوهای نیروی عکس‌العمل زمین، مانند بار تماس پاشنه در نیروی عمودی، که معمولا توسط هارمونی‌های فرکانس بالا توصیف می‌شود، ساخته شده است. نرم افزار Matlab نسخه ۲۰۱۵ از یک تبدیل سریع فوریر برای استخراج محتوای فرکانس داده نیروی عکس‌العمل زمین استفاده کرد. جزییات دقیق سری فوریر نیروهای‌عکس‌العمل زمین را می‌توان در پژوهش‌های دیگر یافت (۲۲). بر اساس مطالعات قبلی، برای تجزیه و تحلیل بیشتر

www.SID.ir

Archive of SID

نیروهای عکس‌العمل زمین در راستای عمودی، قدامی‌خلفی و داخلی‌خارجی در هر کوشش، پنج شاخص فرکانس دامنه استفاده شد (۲۳). شاخص اول، فرکانس با توان ۹۹/۵٪ (F99.5٪) بود، که نشان‌دهنده فرکانسی است که ۹۹/۵٪ از قدرت سیگنال را دارد، به عبارت دیگر ۹۹/۵٪ از توان سیگنال پایین‌تر از این فرکانس هستند (۲۴). شاخص دوم، میانه فرکانس (Fmed) بود (۲۴). در مطالعات مختلف، فرض بر این است که میانه فرکانس نیروهای عکس‌العمل زمین، می‌تواند عملکرد اجزای نوسانی سیستم عصبی را در لحظه تماس پاشنه نشان دهد. شاخص سوم پهنای باند فرکانس (Fband) است که دامنه فرکانسی است که PSD بالاتر از نیمی از حداکثر آن قرار دارد (۲۵).

$$\int_{.}^{f99.5} P(f)df = 0.995 \times \int_{0}^{fmax} P(f)df$$

جایی که P نیروی انتگرال فرکانس در برابر منحنی دامنه است، Fmax حداکثر فرکانس سیگنال است و P(f) توان در فرکانس f است (۳۴).

بر اساس روش اسکسنید و کاوو (۱۹۸۳)، شاخص چهارم تعداد هارمونی‌های ضروری (ne) است که برای بازسازی داده‌های ۹۹/۵٪ نیاز است. این متغیر به عنوان تعدادی از هارمونی‌های مطابق با شرایطی است که مجموع دامنه‌های نسبی هر هارمونی در دامنه کل، کمتر از ۱۰۰ برابر یا معادل ۰/۹۹۵ است (۲۶).

$$\sum_{n=1}^{ne} \frac{\sqrt{A_n^2 + B_n^2}}{\sum_{n=1}^{m} \sqrt{A_n^2 + B_n^2}} \leq 0.995$$

جایی که n تعداد هارمونی را نشان می‌دهد، An و Bn ضرایب فوریر هستند. نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون شاپیرو ویلک ($p<0.005$) بررسی و تایید شد. برای تحلیل آماری داده‌ها از آزمون آماری آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد. تمام تحلیل‌ها در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ و با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام شد. جهت محاسبه اندازه اثر (d) از رابطه زیر استفاده شد (۲۶):

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

یافته‌ها

یافته‌های پژوهش نشان داد که متغیرهای طیف فرکانس نیروهای عکس‌العمل زمین مانند توان فرکانس با توان ۹۹/۵ درصد، میانه فرکانس، باند فرکانس و تعداد هارمونی‌های ضروری در راستای داخلی‌خارجی در مقایسه هر سه شرایط بدون کفی، با کفی بافت‌دار ریز و کفی بافت‌دار درشت طی راه رفتن اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P>۰/۰۵). همچنین در راستای قدامی‌خلفی متغیرهای طیف فرکانس نیروهای عکس‌العمل زمین تفاوت معنی‌داری نداشتند (P>۰/۰۵). در راستای عمودی نیز اختلاف معنی‌داری بین مولفه‌های نیروهای عکس‌العمل زمین طی راه‌رفتن در سه شرایط مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

همچنین میزان رضایت آزمودنی‌ها از راحتی کفی بافت درشت نسبت به کفی بافت ریز ۱۴ درصد (P=۰/۰۴۲) و نسبت به شرایط بدون کفی ۳۲ درصد (P=۰/۰۰۰) بیشتر بود.

جدول ۱: میانگین و انحراف استاندارد مولفه‌های نیروهای عکس‌العمل زمین طی فاز اتکای راه رفتن در سه راستا طی شرایط بدون کفی، کفی بافت‌دار ریز و کفی بافت‌دار درشت (هرتز)

راستا	متغیر	بدون کفی (۱)	کفی بافت‌دار ریز (۲)	کفی بافت‌دار درشت (۳)	سطح‌معنی‌داری ۱-۲	سطح‌معنی‌داری ۱-۳	سطح‌معنی‌داری ۲-۳
داخلی -خارجی	پهنای باند	۱/۲۴±۰/۷۰	۱/۱۰±۰/۴۳	۱/۰۰±۰/۰۰	۰/۴۴۳	۱/۰۰۰۰	۰/۵۳۹
	میانه فرکانس	۲/۲۹±۰/۹۰	۲/۱۴±۰/۶۵	۲/۰۰±۰/۰۰	۱/۰۰۰	۰/۴۸۷	۰/۹۸۸
	فرکانس با توان ۹۹/۵٪	۱۲/۲۴±۴/۰۷	۱۱/۱۰±۳/۱۴	۱۲/۱۴±۳/۶۶	۰/۵۰۵	۱/۰۰۰	۰/۸۶۴
	تعداد هارمونی ضروری	۲۵/۸۶±۱/۱۹	۲۵/۲۴±۱/۶۰	۲۵/۷۱±۱/۷۹	۰/۴۴۳	۱/۰۰۰	۰/۵۳۹
قدامی – خلفی	پهنای باند	۱/۰۵±۰/۲۱	۱/۰۰±۰/۰۰	۱/۰۰±۰/۰۰	۰/۹۸۸	۰/۹۸۸	۱/۰۰۰
	میانه فرکانس	۱/۴۳±۰/۵۹	۱/۲۴±۰/۴۳	۱/۱۹±۰/۴۰	۰/۶۴۱	۰/۲۸۸	۱/۰۰۰
	فرکانس با توان ۹۹/۵٪	۱۲/۳۸±۳/۴۴	۱۲/۸۱±۴/۰۳	۱۵/۸۶±۲۲/۱۴	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
	تعداد هارمونی ضروری	۲۵/۱۴±۲/۰۳	۲۴/۴۳±۵/۵۱	۲۵/۴۸±۱/۱۶	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
عمودی	پهنای باند	۱/۰۰±۰/۰۰	۱/۰۰±۰/۰۰	۱/۰۰±۰/۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
	میانه فرکانس	۲/۰۰±۰/۰۰	۲/۰۰±۰/۰۰	۲/۰۰±۰/۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
	فرکانس با توان ۹۹/۵٪	۶/۶۲±۱/۱۱	۶/۷۶±۱/۱۳	۶/۶۲±۱/۲۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
	تعداد هارمونی ضروری	۱۸/۱۹±۳/۲۰	۱۸/۹۰±۳/۵۹	۱۷/۵۲±۲/۵۶	۱/۰۰۰	۰/۷۸۹	۰/۰۹۳

*آزمون آماری تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر، P<۰/۰۵ اختلاف معنی‌دار

زمان اتکا سه شرایط بدون کفی، کفی بافت‌دار ریز و درشت در مقایسه با یکدیگر تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (نمودار شماره ۱).

www.SID.ir

Archive of SID

نمودار ۱: مقایسه زمان اتکا در سه شرایط بدون کفی، با کفی بافت‌دار درشت و کفی بافت‌دار ریز

بحث

هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر آنی استفاده از دو نوع کفی بافت‌دار بر طیف فرکانس نیروهای عکس‌العمل زمین در سالمندان طی راه‌رفتن بود. نتایج حاصل از بررسی مولفه‌های طیف فرکانس نیروهای عکس‌العمل زمین از جمله فرکانس با توان ۹۹/۵٪، میانه فرکانس، پهنای باند و تعداد هارمونی ضروری در سه راستای قدامی‌خلفی، داخلی‌خارجی و عمودی طی شرایط بدون کفی، با کفی بافت‌دار ریز و کفی بافت‌دار درشت اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. همچنین زمان اتکا در سه شرایط ذکر شده در مقایسه با یکدیگر معنی‌دار نبود. میزان راحتی کفی بافت درشت نسبت به کفی بافت ریز و همچنین شرایط بدون کفی تفاوت معنی‌داری را نشان داد. روند افزایش سن که با کاهش میزان فعالیت فیزیکی همراه است، بر بسیاری از عملکردهای فیزیولوژیکی مانند عملکرد حسی‌حرکتی تاثیر می‌گذارد که به دنبال آن تعادل پویا در سالمندان کاهش و احتمال آسیب‌های ناشی از عدم تعادل را در آن‌ها افزایش می‌دهد (۲۷). فرکانس‌های مختلف سیگنال نیروی عکس‌العمل زمین توسط گیرنده‌های مکانیکی موجود بر روی سطح پوست دریافت و به سیستم عصبی مرکزی منتقل می‌شوند که پاسخ آن به صورت فرکانس به پا انتقال می‌یابد؛ بنابراین، فرکانس نیروهای عکس‌العمل زمین ممکن است نشان‌دهنده عملکرد مولفه نوسانی سیستم عصبی مرکزی باشد (۲۷). مقدار گشتاورهای نیرو بر میزان فعالیت عضله موثر است؛ همچنین مطابق پژوهش‌های گذشته، تغییر تون عضله در اندام تحتانی که همراه با تغییر در سیگنال‌های درونی آن به کف پا می‌تواند بر عملکرد کفی‌ها اثرگذار باشد (۳). مولفه‌ی فرکانس با توان ۹۹/۵ ٪ از سیگنال نیروهای عکس‌العمل زمین به عنوان یک ملاک از لرزش و بی‌ثباتی الگوی حرکت در بیماران، آسیب‌دیدگان، و همچنین در سالمندان می‌باشد که محتوای داده‌های فرکانس بالاتر، افزایش لرزش و بی‌ثباتی را طی فعالیت‌ها می‌سنجد (۲۸). با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر، که هیچگونه تغییری در میزان فرکانس در هیچ یک از راستاهای عمودی، قدامی‌خلفی و داخلی‌خارجی طی شرایط بدون کفی، با کفی بافت‌دار ریز و کفی بافت‌دار درشت نشان ندادند، می‌توان بیان کرد که احتمالا کفی‌های استفاده شده در این پژوهش، میزان پایداری یا لغزش را در سالمندان تحت تاثیر قرار نداده است و می‌توان نتیجه گرفت کفی‌های با بافت درشت و ریز عملکرد مولفه نوسانی سیستم عصبی مرکزی را تحت تاثیر قرار نمی‌دهد و در نتیجه بر میزان تون عضله موثر نیستند. طی پژوهشی که همتی و فرقانی (۱۳۹۲) (۲۹) بر تاثیرات پای پرونیت و استفاده از ارتوزها روی سالمندان و تعادل ایستای آن‌ها انجام دادند، ۲۳ سالمند که ۹ نفر از آن‌ها دارای عارضه پرونیشن بیش از حد پا بودند مطالعه شدند. تعادل ایستای آن‌ها با استفاده از بررسی تغییرات مرکز فشار پس از استفاده از ارتوز پا بررسی شد. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که تفاوت معنی‌داری بین تعادل ایستای دو گروه مشاهده نشد، اما افراد دارای پرونیشن بیش از حد مقادیر میانگین بالاتری در اغلب پارامترهای تعادل نسبت به گروه سالم داشتند که شاید نشان دهنده اختلال تعادل در سالمندان دارای پای پرونیت بود. ارتوز استفاده شده در این پژوهش تاثیری بر تعادل نداشت بنابراین می‌توان از آن برای بهبود عملکرد پا بدون ترس از اختلال در تعادل استفاده کرد. نتایج اعلام شده در این پژوهش با پژوهش حاضر همسو بود. مطابق پژوهش‌های گذشته میانه فرکانس به عنوان اعمال‌کننده نیرو به زمین در طول راه‌رفتن بوده و با اجزای نوسان سیستم عصبی‌حرکتی در ارتباط است (۲۷). نتایج پژوهش حاضر تفاوت معنی‌داری را در مولفه میانه فرکانس در هیچ یک از راستاها نشان نداد؛ از این رو می‌توان ادعا کرد به علت اینکه در مقدار نوسان سیستم عصبی‌حرکتی تغییری ایجاد نشده است می‌تواند به عنوان عاملی که ثبات این سیستم را هنگام استفاده از کفی‌های دارای بافت ریز و درشت به همراه دارد، در نظر گرفت. همچنین طی مطالعه‌ای که یالا و همکاران (۲۰۱۴) (۳۰) بر تاثیرات ارتوزهای حمایتی پا بر تعادل پاسچر در سالمندان انجام دادند، اعلام کردند که اختلالات در مفصل مچ پا و پا از مشکلات عدیده در افراد سالمند در این دوران است. آن‌ها تاثیرات ارتوز پا بر کینماتیک حفظ تعادل ۳۰ سالمند که با میانگین سنی ۷۳ سال بودند را مطالعه کردند. محققان پژوهش به این نتیجه رسیدند که ارتوز پا، باعث کاهش نوسانات پاسچر و بهبود هماهنگی اندام تحتانی در افراد سالمند می‌شود، بدون اینکه محدودیتی در توانایی آن‌ها برای انجام فعالیت روزمره زندگی ایجاد کند. نتایج این پژوهش با پژوهش حاضر غیرهمسو است زیرا در پژوهش حاضر هیچ یک از مولفه‌ها نشان دهنده افزایش حفظ تعادل و بهبود پاسچر در سالمندان مورد مطالعه نبود. جنسیت، سن و... از عوامل اثرگذار بر طیف فرکانس هستند. همانطور که مطالعات پیشین نشان داده‌اند، چون فرایند پیری بر سیستم عصبی‌عضلانی موثر است در نتیجه تجزیه و تحلیل فرکانس نیروی عکس‌العمل زمین را ممکن است تحت تاثیر قرار دهد (۳). البته عنوان شده است که طیف فرکانس نیروی عکس‌العمل زمین بیشتر از این که تحت تاثیر حداکثر قدرت عضلات و یا توانایی آن‌ها باشد، بیشتر به کنترل عصبی‌عضلانی بستگی دارد (۲۰) کاهش در مقدار نیروی عکس-

www.SID.ir

Archive of SID

العمل زمین در راستای عمودی نشان‌دهنده نوسان کمتر در حرکت است(۲۳) که احتمالا بیان‌کننده این است که یکی از مهم‌ترین عوامل در نیروی عکس‌العمل زمین، کنترل عصبی‌عضلانی است. از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به سنجیدن اثر "آنی" کفی‌ها بر مولفه‌های طیف فرکانس اشاره کرد. در صورت که استفاده طولانی مدت از کفی ممکن است نتایج متفاوتی را به دلیل سازگاری با شرایط جدید داشته باشد. همچنین عدم ثبت فعالیت الکتریکی یکی دیگر از محدودیت‌های این مطالعه است. ثبت فعالیت الکتریکی عضلات به محققین کمک خواهد کرد تا علل عصبی‌عضلانی تغییرات مکانیکی حاصله از استفاده آنی از کفی بهتر مشخص شود.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل شده، هرچند این کفی‌ها بر تون عضلانی بی اثر هستند، اما مقدار لغزش و ناپایداری را تغییر نداده است، در نتیجه به عنوان عامل موثر بر تعادل می‌توان در نظر گرفته شود. استفاده از کفی‌های مورد استفاده در پژوهش حاضر به دلیل بهبود راحتی فرد طی راه‌رفتن احتمالا می‌تواند مفید باشد. با وجود این مطالعات بیشتری جهت تعیین اثرات مکانیکی این کفی به لحاظ علمی نیاز است.

قدردانی

از مرکز سلامت دانشگاه محقق اردبیلی و تمامی افرادی که ما را در انجام این پژوهش یاری نمودند تشکر می‌کنیم.

ملاحظات اخلاقی

پروتکل این مطالعه در کمیته پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، استان اردبیل به شماره مرجع (IR.ARUMS.REC.1397-092) تایید شده است.

منابع مالی

از این طرح تحقیقاتی تحت شماره گرنت ۵۵۴۹ از طرف دانشگاه محقق اردبیلی حمایت مالی شده است.

منافع متقابل

مولفین اظهار می‌دارند که منافع متقابلی از تالیف و یا انتشار این مقاله ندارند.

مشارکت مؤلفان

آ و، ع م م، اع ج. در طراحی، اجرا، تحلیل نتایج و نگارش مطالعه شرکت کرده و نسخه نهایی آن را خوانده و تایید کرده‌اند.

References

1. Robertson G, Caldwell G, Hamill J, Kamen G, Whittlesey S. Research Methods in Biomechanics. J Sports Sci Med. 2014 Jan 20;13(1):i. PMCID: PMC3918575.
2. Brooshak N, Asadi M, Hosseini S H. Comparison of the Percentage Stance and Swing Phases and Ground Reaction Force between Young and Older Adults during Walking at different speeds. J Sport Biomech. 2017;3(2):5-14.
3. Alavi-Mehr SM, Jafarnezhadgero A, Salari-Esker F, Zago M. Acute effect of foot orthoses on frequency domain of ground reaction forces in male children with flexible flatfeet during walking. Foot (Edinb). 2018 Dec;37:77-84. doi: 10.1016/j.foot.2018.05.003. Epub 2018 May 29. PMID: 30326416.
4. Kimura T, Kobayashi H, Nakayama E, Hanaoka M. Effects of aging on gait patterns in the healthy elderly. Anthropological Science. 2007;115(1): 67-72. doi: 10.1537/ase.060309
5. Hortobágyi T, Finch A, Solnik S, Rider P, DeVita P. Association between muscle activation and metabolic cost of walking in young and old adults. Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences. 2011;66(5):541-7. doi: 10.1093/gerona/glr008
6. Sadeghi H, Naghi Nejad F, Rajabi H. Strength Training and Kinematics Parameters of Gait in Healthy Female Elderly. Salmand: Iranian Journal of Ageing. 2008;3(3 and 4):30-6.
7. Shigematsu R, Chang M, Yabushita N, Sakai T, Nakagaichi M, Nho H, Tanaka K. Dance-based aerobic exercise may improve indices of falling risk in older women. Age Ageing. 2002 Jul;31(4):261-6. doi: 10.1093/ageing/31.4.261. PMID: 12147563.
8. Salimi A, Hallaj R, Kavosi B, Hagighi B. Highly sensitive and selective amperometric sensors for nanomolar detection of iodate and periodate based on glassy carbon electrode modified with iridium oxide nanoparticles. Anal Chim Acta. 2010 Feb 19;661(1):28-34. doi: 10.1016/j.aca.2009.12.005. Epub 2009 Dec 16. PMID: 20113712.
9. Kerzman H, Chetrit A, Brin L, Toren O. Characteristics of falls in hospitalized patients. J Adv Nurs. 2004 Jul;47(2):223-9. doi: 10.1111/j.1365-2648.2004.03080.x. PMID: 15196196.
10. Berry SD, Miller RR. Falls: epidemiology, pathophysiology, and relationship to fracture. Curr Osteoporos Rep. 2008 Dec;6(4):149-54. doi: 10.1007/s11914-008-0026-4. PMID: 19032925; PMCID: PMC2793090.

www.SID.ir

Archive of SID

11. Vuillerme N, Burdet C, Isableu B, Demetz S. The magnitude of the effect of calf muscles fatigue on postural control during bipedal quiet standing with vision depends on the eye-visual target distance. Gait Posture. 2006 Oct;24(2):169-72. doi: 10.1016/j.gaitpost.2005.07.011. Epub 2005 Oct 12. PMID: 16226030.
12. Olmsted LC, Hertel J. Influence of foot type and orthotics on static and dynamic postural control. Journal of Sport Rehabilitation. 2004;13(1):54-66. doi: 10.1123/jsr.13.1.54
13. Rome K, Brown CL. Randomized clinical trial into the impact of rigid foot orthoses on balance parameters in excessively pronated feet. Clin Rehabil. 2004 Sep;18(6):624-30. doi: 10.1191/0269215504cr767oa. PMID: 15473114.
14. Palluel E, Olivier I, Nougier V. The lasting effects of spike insoles on postural control in the elderly. Behav Neurosci. 2009 Oct;123(5):1141-7. doi: 10.1037/a0017115. PMID: 19824780.
15. Qiu F, Cole MH, Davids KW, Hennig EM, Silburn PA, Netscher H, Kerr GK. Enhanced somatosensory information decreases postural sway in older people. Gait Posture. 2012 Apr;35(4):630-5. doi: 10.1016/j.gaitpost.2011.12.013. Epub 2012 Jan 13. PMID: 22245163.
16. Jafarnezhadgero AA, Shad MM, Majlesi M. Effect of foot orthoses on the medial longitudinal arch in children with flexible flatfoot deformity: A three-dimensional moment analysis. Gait Posture. 2017 Jun;55:75-80. doi: 10.1016/j.gaitpost.2017.04.011. Epub 2017 Apr 7. PMID: 28419877.
17. Palluel E, Nougier V, Olivier I. Do spike insoles enhance postural stability and plantar-surface cutaneous sensitivity in the elderly? Age (Dordr). 2008 Mar;30(1):53-61. doi: 10.1007/s11357-008-9047-2. Epub 2008 Mar 4. PMID: 19424873; PMCID: PMC2276590.
18. Farahpour N, Jafarnezhadgero A, Allard P, Majlesi MJJoE, Kinesiology. Muscle activity and kinetics of lower limbs during walking in pronated feet individuals with and without low back pain. 2018;39:35-41. doi: 10.1016/j.jelekin.2018.01.006
19. Cheung RT, Rainbow MJ. Landing pattern and vertical loading rates during first attempt of barefoot running in habitual shod runners. Hum Mov Sci. 2014 Apr;34:120-7. doi: 10.1016/j.humov.2014.01.006. Epub 2014 Feb 17. PMID: 24556474.
20. Barrios JA, Higginson JS, Royer TD, Davis IS. Static and dynamic correlates of the knee adduction moment in healthy knees ranging from normal to varus-aligned. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2009 Dec;24(10):850-4. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2009.07.016. Epub 2009 Aug 22. PMID: 19703728; PMCID: PMC2763946.
21. Association WM. " Ethical principles for medical research involving human subjects," Declaration of Helsinki. http://www wma net/e/policy/b3 htm. 2004. doi: 10.1515/9783110208856.233
22. White R, Agouris I, Fletcher E. Harmonic analysis of force platform data in normal and cerebral palsy gait. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2005 Jun;20(5):508-16. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2005.01.001. PMID: 15836938.
23. Wurdeman SR, Huisinga JM, Filipi M, Stergiou N. Multiple sclerosis affects the frequency content in the vertical ground reaction forces during walking. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2011 Feb;26(2):207-12. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2010.09.021. Epub 2010 Oct 29. PMID: 21035929; PMCID: PMC3034792.
24. McGrath D, Judkins TN, Pipinos II, Johanning JM, Myers SA. Peripheral arterial disease affects the frequency response of ground reaction forces during walking. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2012 Dec;27(10):1058-63. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2012.08.004. Epub 2012 Sep 9. PMID: 22967739; PMCID: PMC350153 7.
25. Alavi-Mehr SM, Jafarnezhadgero A, Salari-Esker F, Zago M. Acute effect of foot orthoses on frequency domain of ground reaction forces in male children with flexible flatfeet during walking. Foot (Edinb). 2018 Dec;37:77-84. doi: 10.1016/j.foot.2018.05.003. Epub 2018 May 29. PMID: 30326416.
26. Cohen J. A power primer. Psychol Bull. 1992 Jul;112(1):155-9. doi: 10.1037//0033-2909.112.1.155. PMID: 19565683.
27. McGrath D, Judkins TN, Pipinos II, Johanning JM, Myers SA. Peripheral arterial disease affects the frequency response of ground reaction forces during walking. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2012 Dec;27(10):1058-63. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2012.08.004. Epub 2012 Sep 9. PMID: 22967739; PMCID: PMC3501537.
28. Alavi-Mehr SM, Jafarnezhadgero A, Salari-Esker F, Zago M. Acute effect of foot orthoses on frequency domain of ground reaction forces in male children with flexible flatfeet during walking. Foot (Edinb). 2018 Dec;37:77-84. doi: 10.1016/j.foot.2018.05.003. Epub 2018 May 29. PMID: 30326416.
29. Hemmati F, Forghany S, Nester C. The effects of pronated foot posture and medial heel and forefoot wedge orthoses on static balance in older people. J Foot Ankle Res 7, A17 (2014). doi: 10.1186/1757-1146-7-S1-A17
30. Yalla SV, Crews RT, Fleischer AE, Grewal G, Ortiz J, Najafi B. An immediate effect of custom-made ankle foot orthoses on postural stability in older adults. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2014 Dec;29(10):1081-8. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2014.10.007. Epub 2014 Oct 30. PMID: 25467809.

www.SID.ir