Iranian Journal of
Rehabilitation Research in Nursing
Autumn 2020, Volume 7, Issue 1

Iranian Nursing Association

Research Paper

Effect of Textured Foot Orthoses on the Ground Reaction Force Components in the Older Adults During Walking

Aydin Valizadeorang [1,*], Arefeh Mokhtari-Malekabadi [2], AmirAli Jafarnezhadgero [1]

[1] Assistant Prof, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
[2] MSc in Sport Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
* **Corresponding author:** Aydin Valizadeorang, Assistant Prof, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. E-mail: jteymour@gmail.com

How to Cite this Article:
Valizadeorang A, Mokhtari-Malekabadi A, Jafarnezhadgero AA. Effect of Textured Foot Orthoses on the Ground Reaction Force Components in the Older Adults During Walking. *Iran J Rehab Res Nurs*. 2020;**7**(1):23-32.
DOI: 10.29252/ijrn.7.1.23

Received: 30 May 2019
Accepted: 09 Nov 2019
Keywords:
Walking
Kinetic
Orthoses of Foot
Older Adult
© 2020 Iranian Journal of Rehabilitation Research in Nursing

Abstract
Introduction: With aging, the pattern of walking is altered, and the person's ability to walk will be decreased. Also, with the beginning of the aging process, the coordination of the postural control system was disturbed and lead to an unstable condition. A small biomechanical change in the lower limb is significant on postural control. The use of textured foot orthoses leads to improved efficiency and increased comfort. The purpose of this study was to investigate the effect of textured foot orthoses on ground reaction force components in older adults during walking.
Methods: The present study was of a semi-experimental and laboratory type. Twenty-one older adults with available sampling were volunteered to participate in this study. Ground reaction force data were recorded by the Beretc force plates (Beretc CorporationColumbus, OH) during walking without foot orthoses, walking with small and large textured foot orthoses. ANOVA test with repeated measures was used for statistical analysis. All analyzes were performed at the significance level of 0.05.
Results: The results showed a lower peak posterior force amplitude during the heel contact phase while walking with small textured foot orthoses than that walking without foot orthoses (P = 0.003). Time to the peak of vertical force during the heel contact phase was decreased while walking with large textured foot orthoses compared with walking without foot orthoses condition (P = 0.048). Also, time to peak of lateral force during the heel contact phase was increased while walking with small textured foot orthoses compared with walking without foot orthoses condition (P = 0.021).
Conclusions: Using small textured foot orthoses compared to the large textured ones improved most of the ground reaction of elders. However, both small and sizeable textured foot orthoses were not useful on torsion stresses on the body.

Extended Abstract

OBJECTIVE

The progression of ground reaction forces through the lower limbs during walking occurs in a distal to the proximal manner. When walking, the plantar part of the foot is the first point of contact between the body and the external environment, providing sensory data to the central nervous system for postural control and locomotion. With aging, the pattern of walking is altered, and the person's ability to walk will be decreased. Also, with the beginning of the aging process, the coordination of the postural control system was disturbed and lead to an unstable condition. A small biomechanical change in the lower limb is significant in postural control. The use of textured

Copyright *© 2020 The Author(s); Published by Iranian Journal of Rehabilitation Research in Nursing. This is an open access article, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses /by-nc/4.0/) which permits others to copy and redistribute material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.*

foot orthoses leads to improved efficiency and increased comfort. The treatment of foot with textured foot orthoses might also help to reduce the ground reaction forces, vertical loading rate, impulses, and free moment which may, in turn, reduce the possibility of anterior cruciate ligament injury, patellofemoral pain syndrome, and other disorders. The purpose of this study was to investigate the effect of textured foot orthoses on ground reaction force components in older adults during walking.

MATERIAL AND METHODS

The present study was of a semi-experimental and laboratory type. Twenty-one older adults with available sampling were volunteered to participate in this study. Ground reaction force data were recorded by the Beretc force plates (Beretc Corporation Columbus, OH) during walking without foot orthoses, walking with small and large textured foot orthoses. Kinetic data were filtered using a fourth-order low-pass Butterworth filter with a cutoff frequency of 20 Hz. All data were normalized to the stance phase with heel contact to toe-off corresponding to 100%. Parameters that were used for further statistical analyses included peak values in three-dimensional ground reaction forces and time to peak of the mediolateral (Fx), anteroposterior (Fy), and vertical (Fz) ground reaction force axes. Forces were normalized to body weight (BW), and the corresponding timing was expressed as mili second. Vertical loading rates were computed as the average slope from 0% to 100% of the first peak of vertical ground reaction force. Data were tested for normal distribution using the Shapiro-Wilk test. Homogeneity of variance was assessed using the Levene's test and variance ratios. Data were presented in the form of means and standard deviations if the normal distribution of data was given. ANOVA test with repeated measures was used for statistical analysis. All analyzes were performed at the significance level of 0.05.

RESULTS

The results showed lower peak posterior force amplitude during the heel contact phase while walking with small textured foot orthoses than that walking without foot orthoses ($P = 0.003$). Time to the peak of vertical force during the heel contact phase was decreased while walking with large textured foot orthoses compared with walking without foot orthoses condition ($P = 0.048$). Also, time to peak of lateral force during the heel contact phase was increased while walking with small textured foot orthoses compared with walking without foot orthoses condition ($P = 0.021$).

CONCLUSION

The use of small textured foot orthoses compared to the large textured ones improved most of the ground reaction force components. However, both small and sizeable textured foot orthoses were not useful on torsion stresses on the body. Textured foot orthoses may influence the quality of sensory feedback from the plantar section of the feet. They may act as a sensory filter between the feet and the external environment. Previous foot orthoses studies have demonstrated that footwear type and foot orthoses materials can influence postural stability in young adult males. These results are in line with our results. This study will be useful for the rehabilitation of older adults and can also improve walking ground reaction forces using textured foot orthoses.

Ethical Considerations

This research was confirmed by the Ethics Committee of the Medical Sciences University of Ardabil with code number IR.ARUMS.REC.1397.092. Subjects signed a consent form to participate in the study after being informed of the purpose and method of the research. Also, the information of the participants in this study was kept confidential.

Funding or Supports

There was also no funding or supports.

Author's Contributions

Mr. Aydin Valizadeorang: He did the initial idea of studying and checking the initial draft of the article, submitting, and paper revision. Ms. Arefeh Mokhtari-Malekabadi: She did writing and preparing the initial and final drafting, statistical analysis, and laboratory work. Mr. AmirAli Jafarnezhadgero: He did the initial design of studying and paper revision and laboratory work.

Conflict of Interest

The authors of the article do not declare any conflict of interest.

Applicable Remark

This study will be useful for the rehabilitation of older adults and can also improve walking ground reaction forces using textured foot orthoses.

Acknowledgments

We appreciate all the relevant Officials as well as all the subjects who participated in the study.

نشریه پژوهش توانبخشی در پرستاری
مقاله پژوهشی
پاییز ۱۳۹۹، دوره ۷، شماره ۱
DOI: 10.29252/ijrn.7.1.23

اثر کفی بافت‌دار بر مولفه‌های نیروهای عکس‌العمل زمین در سالمندان طی راه رفتن

آیدین ولی زاده اورنج [۱،*]، عارفه مختاری ملک آبادی [۲]، امیرعلی جعفرنژاد گرو [۱]

[۱] استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد بیومکانیک ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

* **نویسنده مسئول**: آیدین ولی زاده اورنج، استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. ایمیل: jteymour@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۳/۰۹ **تاریخ پذیرش مقاله:** ۱۳۹۸/۰۸/۱۸

چکیده

مقدمه: با افزایش سن الگوی راه رفتن دچار تغییر شده و توانایی فرد برای راه رفتن کاهش پیدا خواهد کرد. همچنین با شروع فرایند پیری همکاری سیستم‌های کنترل قامت مختل و منجر به بی ثباتی می‌شود. تغییر بیومکانیکی کوچک در اندام تحتانی، بر کنترل پاسچر مؤثر می‌باشد. استفاده از کفی‌های دارای برجستگی منجر به بهبود کارایی و افزایش راحتی می‌شود. هدف پژوهش حاضر بررسی اثر کفی بافت دار بر مؤلفه‌های نیروی عکس العمل زمین در سالمندان طی راه رفتن بود.

روش کار: پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی و آزمایشگاهی بود. ۲۱ سالمند به صورت داوطلبانه و در دسترس در این مطالعه شرکت کردند. جهت شرکت در پژوهش از آزمودنی‌ها رضایت نامه کتبی دریافت گردید. برای ثبت نیروهای عکس العمل زمین طی سه شرایط راه رفتن بدون کفی، با کفی بافت دار درشت و ریز به صورت آنی از صفحه نیروی برتک استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل آماری از آزمون ANOVA با اندازه-گیری های تکراری استفاده گردید. تمام تحلیل‌ها در سطح معنی داری ۰/۰۵ انجام شد.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد مقدار اوج نیروی خلفی در فاز تماس پاشنه طی شرایط راه رفتن با کفی بافت دار ریز نسبت به شرایط بدون کفی کاهش ($P = ۰/۰۰۳$) داشت. زمان رسیدن به اوج نیروی عمودی طی فاز تماس پاشنه در شرایط کفی بافت دار درشت نسبت به شرایط بدون کفی، کاهش معناداری را نشان داد ($P = ۰/۰۴۸$). همچنین در فاز تماس پاشنه در شرایط راه رفتن با کفی بافت دار ریز نسبت به شرایط راه رفتن بدون کفی زمان رسیدن به اوج نیروی خارجی افزایش معناداری را نشان داد ($P = ۰/۰۲۱$).

نتیجه گیری: استفاده ازکفی بافت دار ریز در مقایسه با کفی بافت دار درشت اغلب مؤلفه‌های نیروی عکس العمل زمین را بهبود می بخشد. با وجود این هر دو کفی بافت دار ریز و درشت بر مقدار بارهای پیچشی وارد بر بدن اثرگذار نبودند.

کلیدواژه‌ها: راه رفتن، کینتیک، ارتوز پا، سالمندان

تمامی حقوق نشر برای انجمن علمی پرستاری ایران محفوظ است.

مقدمه

راه رفتن یکی از مهارت‌های اساسی است که بخش اعظم فعالیت روزمره انسان را شامل می‌شود [۱]. با شروع روند پیری، سیستم‌های اثرگذار بر تعادل همچون سیستم سموتاسنسوری، بینایی و وستیبولار دچار اختلال می‌شود در نتیجه بدن در تشخیص انحرافات مرکز ثقل و پاسخ‌های عضلانی سریع و مناسب برای اصلاح وضعیت دچار مشکل می‌شود [۲]. با افزایش سن و ورود فرد به دوران سالمندی، الگوی راه رفتن دچار تغییر شده و توانایی فرد برای راه رفتن کم کم شروع به کاهش می‌کند [۳]. در فرایند پیری، ضعف عضلات اندام تحتانی منجر به کاهش توانایی راه رفتن می‌شود [۴]. تغییرات مربوط به سالمندی، تعادل و راه رفتن را به طور منفی تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ طوری که کاهش قدرت و توده عضلانی، تراکم استخوان، توزیع دوباره توده بدن، آسیب توانایی تنفسی، آتروفی مؤلفه‌های سیستم عصبی مرکزی که

کنترل تعادل و راه رفتن را بر عهده دارد و زوال عملکرد حسی محیطی را در بر می‌گیرد [۵]. متعاقب افزایش سن با توجه به تحت تأثیر قرار گرفتن سلامت عمومی سالمند و نیروی عضلانی وی اثرات ثانویه می تواند مشکلات دیگری در سلامتی آن‌ها ایجاد کند و باعث شود به تنهایی قادر به انجام فعالیت‌های روزانه خود نباشند [۶]. اختلالات تعادلی و ضعف عضلات اندام تحتانی [۷] از علل زمین خوردگی در سالمندان هستند. در افراد بالای ۶۵ سال، ۳۰ درصد و در افراد بالای ۸۵ سال، ۵۰ درصد زمین خوردگی اتفاق می افتد [۸] که پیامد این زمین خوردن‌ها تقریباً ۴۰ درصد در افراد بالای ۸۵ سال منجر به مرگ [۹] و در افراد بالای ۶۵ سال، ۳۱ درصد منجر به آسیب‌های جدی همچون انواع شکستگی می‌باشد [۱۰]. چنانچه این افراد نتوانند در مواجهه با برهم خوردگی و آشفتگی‌های تعادل از خود واکنش حرکتی مناسبی نشان دهند، زمین می‌خورند [۱۱].

افرادی که در معرض افتادن هستند با استفاده از منابع حسی موجود و در دسترس سعی می‌کنند تعادل خود را تحت شرایط و موقعیت‌های مختلف حفظ کنند [۱۲]. کاهش در گیرنده‌های حسی عمقی کف پا و نقص ساختاری و عملکردی آن‌ها با روند پیری باعث بی ثباتی پاسچرال، عدم تعادل و به دنبال آن زمین خوردن در افراد سالمند می‌شود. افزایش سن می‌تواند همکاری نزدیک سیستم‌های مختلف تعادل بدن و کنترل قامت را مختل کند و منجر به بی ثباتی شود [۱۳]. یکی از مشکلات رایج که عاملی مؤثر بر افزایش سقوط در بین سالمندان می‌باشد، بی ثباتی پاسچرال است [۱۳]. پا به عنوان تحتانی‌ترین اندام بدن و تاثیرگذار بر حفظ تعادل، منطقی است که تغییر بیومکانیکی کوچک در آن بر کنترل پاسچر مؤثر باشد [۲]. روند افزایش سن که با کاهش میزان فعالیت فیزیکی همراه است، بسیاری از عملکردهای فیزیولوژیکی همچون عملکرد حسی-حرکتی را تحت تأثیر قرار می‌دهد که به موجب آن تعادل پویا در سالمندان کاهش و احتمال آسیب‌های ناشی از برهم خوردن تعادل را در آن‌ها افزایش می‌دهد [۱۴]. اندام تحتانی اطلاعات مربوط به موقعیت فرد را از گیرنده‌های مکانیکی در پا، گیرنده‌های مفصلی در کپسول مچ پا و پروپریوسپتور های درون عضلات پا دریافت می‌کنند [۱]. افزایش سن کاهش تعداد گیرنده‌های مکانیکی در کف پا را به همراه دارد [۱۵].

استفاده از ابزارهای کمکی، حمایتی، ارتوزها و کفی‌ها در بهبود عملکرد عضلانی سالمندان به عنوان یکی از رایج‌ترین روش‌های درمانی شناخته شده است. فیدبک های گیرنده‌های مکانیکی موجود در کف پا هنگام تماس با سطوح مختلف تغییر می‌کنند [۱۶]؛ به همین دلیل است که کفی‌های دارای برجستگی برای عملکرد بهتر اطلاعات حسی -عمقی کف پا توجه محققین را جلب کرده است [۱۷]. استفاده از کفی‌های دارای برجستگی منجر به جلوگیری و توانبخشی آسیب‌ها، بهبود کارایی و افزایش راحتی می‌شود [۱۸]. همچنین استفاده از این نوع کفی‌ها باعث می‌شود، فعالیت عضلانی که برای کنترل و یا ثبات چرخش‌های اندام تحتانی و هدایت راستای پا مورد نیاز است، کاهش یابد [۱۹]. طبق پژوهش انجام شده توسط کیو و همکاران که به مقایسه اثر کفی بافت دار در افراد جوان و سالمند پرداخته بود، به این نتیجه رسید که این نوع کفی منجر به بهبود نوسانات پاسچر در هر دو گروه به خصوص سالمندان می‌شود [۲۰]. مطابق پژوهش ویلسون و همکاران که به بررسی اثر کفی بافت دار بر تعادل ایستا و پویا در زنان میانسال پرداخته بود، گزارش شد که استفاده از این کفی تاثیری بر تعادل ایستا و پویا نداشت [۱۸]. همچنین پژوهش هاتون و همکاران بر سالمندان بیش از ۷۰ سال که به بررسی تأثیر کفی بافت دار با ۲ تراکم متفاوت پرداخته بود، بیان کرد کفی دارای تراکم بیشتر منجر به بهبود و تحریک بیشتر کف پا می‌شود [۱۵]. پورپیرعلی و همکاران اثر اسفاده از کفی بافت دار بر پیچیدگی نوسانات مرکز فشار سالمندان با سابقه افتادن را بررسی کردند و نتایج را بدین گونه گزارش کردند: چون استفاده از کفی بافت دار پیچیدگی نوسانات پاسچرال را افزایش داد، در نتیجه می‌تواند در سالمندان با سابقه افتادن به عنوان یک مداخله تعادلی جهت کاهش خطر افتادن استفاده شود [۲۱]. کفی بافت‌دار باعث کنترل بی ثباتی مچ پا می‌شود و این به دلیل توانایی افزایش ورودی‌های حسی در این کفی‌ها می‌باشد [۲۲].

نیروهای عکس العمل زمین، زمان رسیدن به اوج نیروهای عکس العمل زمین، نرخ بارگذاری و گشتاور آزاد از مهم‌ترین متغیرهای کینتیکی هستند که می‌توانند برای حرکات انتقالی در نظر گرفت [۱]. شیب افزایش اوج اولیه نیروی عکس العمل زمین در راستای عمودی بیان کننده نرخ بارگذاری عمودی می‌باشد [۱]. منظور از گشتاور آزاد، میزان گشتاور وارد بر پا حول محور عمودی در محل مرکز فشار [۲۳] و به بیانی دیگر به عنوان نیروی پیچشی طی فاز اتکا می‌باشد [۱] و احتمال شکستگی فشاری درشت نئی را تخمین می زند [۲۳]. مطالعات محدودی در زمینه تاثیرات کفی‌های بافت دار با تراکم ریز و درشت بر نیروهای عکس العمل زمین و مؤلفه‌های مربوطه، به ویژه دو مؤلفه نرخ بارگذاری و گشتاور آزاد طی راه رفتن سالمندان وجود دارد. از این رو بررسی اثر استفاده از مداخلاتی همچون کفی‌ها بر تعادل و ارزیابی پاتولوژیک راه رفتن سالمندان بوسیله تحلیل نیروهای عکس العمل زمین از اهمیت بالایی برخوردار است.

بنابراین هدف این مطالعه بررسی اثر کفی بافت دار بر مؤلفه‌های نیروی عکس العمل زمین طی راه رفتن در سالمندان بود. آگاهی از تغییرات حاصله علاوه بر دانش افزایی در این حیطه، در کمک به برنامه‌های ارائه شده برای توان بخشی در سالمندان می‌تواند مؤثر واقع شود.

روش کار

پژوهش حاضر نیمه تجربی و آزمایشگاهی بود. با استفاده از نرم افزار (G Power۳,۱) جهت دستیابی به توان آماری ۰/۸ در اندازه اثر برابر با سطح آلفا ۰/۰۵، ۱۵ نفر آزمودنی تخمین زده شد که نمونه آماری ۲۱ نفر انتخاب شد. جامعه آماری مطالعه حاضر سالمندان شهرستان اردبیل بودند که به صورت در دسترس و داوطلبانه (جدول ۱) انتخاب شدند. معیارهای ورود به پژوهش حاضر افراد دارای توانایی انجام مستقل فعالیت‌های روزمره و سلامت عضلانی-اسکلتی کامل [۲۴] و معیارهای خروج از مطالعه شامل داشتن سابقه شکستگی یا جراحی در اندام تحتانی یا تنه، داشتن اختلالات اسکلتی-عضلانی و عصبی-عضلانی، مشکلات مؤثر بر تعادل، وابستگی افراد به صندلی چرخدار و همچنین بیماری‌های مؤثر بر متغیرهای تحقیق همچون دیابت و ... بود

[۶]. پای غالب آزمودنی‌ها از طریق آزمون شوت فوتبال مشخص شد که پای غالب تمامی آزمودنی‌ها پای راست بود.

این پژوهش در مرکز سلامت دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. بعد از توضیح اهداف و روش اجرای آزمون، آزمودنی‌ها رضایت نامه کتبی را امضا نمودند. اخلاق پژوهشی در تمامی مراحل رعایت شد و موارد اجرای پژوهش مطابق با اعلامیه هلسینکی بود [۲۵]. همچنین مطالعه حاضر دارای کد اخلاق به شماره (IR.ARUMS.REC۱۳۹۷,۰۹۲) از دانشگاه علوم پزشکی اردبیل می‌باشد.

کفی‌های مورد استفاده در پژوهش حاضر از نوع بافت دار ریز و درشت بود که این ویژگی دو کفی را از یکدیگر متمایز می‌کرد (شکل ۱). کفی ها بخش جلو، عقب و میانی پا را کاملاً پوشش می‌دادند. متناسب با اندازه پای هر فرد کفی مناسب مورد استفاده قرار گرفت.

شکل ۱. کفی بافت دار درشت و ریز مورد استفاده در پژوهش

نیروهای عکس العمل زمین (GRF) با استفاده از صفحه نیروی برتک (Bertec Corporation, Columbus, OH) در جهت‌های قدامی-خلفی (Fy)، داخلی-خارجی (Fx) و عمودی (Fz) هنگام راه رفتن ثبت شد. نرخ نمونه برداری ۱۰۰۰ هرتز بود. یک کوشش را ه رفتن صحیح شامل برخورد کامل پا بر روی بخش میانی دستگاه صفحه نیرو بود (شکل ۲). در صورت مورد هدف قرار نگرفتن صفحه نیرو و یا تنظیم گام توسط آزمودنی و یا برهم خوردن تعادل، کوشش مجدداً تکرار می شد. در پژوهش حاضر نوع کفش (Adidas) برای تمامی آزمودنی‌ها یکسان و با توجه به شماره پای آن‌ها انتخاب شد.

شکل ۲. سه فاز راه رفتن شامل برخورد پاشنه، میانه اتکا و جدا شدن پنجه از روی دستگاه صفحه نیرو

متغیرهای نیروهای عکس العمل زمین و زمان رسیدن به اوج نیروها اندازه گیری شدند. برای متغیرهای نیروی عکس العمل زمین دو مؤلفه قدامی-خلفی، دو مؤلفه داخلی-خارجی و دو مؤلفه عمودی استخراج شد. همچنین برای هرکدام از نیروها دو نقطه اوج در لحظه برخورد پنجه و تماس پاشنه در نظر گرفته شد. نیروهای عکس العمل زمین بر حسب وزن آزمودنی‌ها نرمال شد. نرخ بارگذاری شیب بخش اولیه (لحظه تماس پاشنه تا اولین اوج نیروی عمودی عکس العمل زمین) منحنی نیروی عمودی عکس العمل زمین تعریف می‌شود.

گشتاور آزاد با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد [۲۶]:

$$\text{گشتاور آزاد} = M_z + (F_x \times COP_y) - (F_y \times COP_x)$$

Mz: گشتاور حول محور عمودی COPx: مرکز فشار در راستای داخلی-خارجی COPy: مرکز فشار در راستای قدامی-خلفی مقادیر گشتاور آزاد با استفاده از حاصلضرب وزن بدن (نیوتون) در قد (متر) نرمال شد [۲۷].

با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک، نرمال بودن توزیع داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت. همسانی واریانس‌ها و کواریانس (پیش فرض کرویت) توسط آزمونی موچلی مورد ارزیابی قرار گرفت. برای مقایسه سه شرایط بدون کفی، با کفی بافت دار درشت و ریز از آزمون ANOVA با اندازه‌های تکراری استفاده شد. برای مقایسه شرایط مختلف از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. همچنین اندازه اثر با استفاده از رابطه Cohen's d به ترتیب زیر محاسبه گردید [۲۸]:

$$D = (\text{Mean}_1 - \text{Mean}_2)/(\frac{[SD_1 + SD_2]}{2})$$

در صورتی که میزان اندازه اثر با استفاده از رابطه بالا ۰/۲ یا کمتر باشد نشان دهنده تغییرات کم، ۰/۵ تغییرات متوسط و ۰/۸ تغییرات بزرگ

می‌باشد. تمامی تحلیل‌ها در سطح معنی داری ۰/۰۵ و با استفاده از نرم افزار (SPSS) نسخه ۲۱ انجام شد.

یافته‌ها

مشخصات شرکت کنندگان در پژوهش حاضر در جدول ۱ نشان داده شده است.

یافته‌ها نشان داد میزان نیروی عمودی عکس العمل زمین طی راه رفتن در فاز تماس پاشنه و هل دادن در سه شرایط بدون کفی، با کفی بافت دار درشت و کفی بافت دار ریز اختلاف معنی داری نداشت. مقدار نیروی قدامی-خلفی در فاز تماس پاشنه طی شرایط با کفی بافت دار ریز نسبت به شرایط بدون کفی ۲۳/۷۸ درصد کاهش معنی داری را نشان داد (d=۰/۶۶۹). مقدار نیروی داخلی-خارجی در فاز تماس پاشنه و هل دادن در هیچ کدام از شرایط ذکر شده معنی دار نبود.

زمان رسیدن به اوج نیروی عمودی طی فاز تماس پاشنه در شرایط کفی بافت دار درشت نسبت به شرایط بدون کفی ۸/۳۴ درصد کاهش یافت (d = ۰/۴۳۳).

در فاز تماس پاشنه در شرایط راه رفتن با کفی بافت دار ریز نسبت به شرایط راه رفتن بدون کفی زمان رسیدن به اوج نیروی داخلی-خارجی به اندازه ۲۹/۹۱ درصد افزایش معناداری را نشان داد (d = ۰/۷۰۹). در مقدار زمان رسیدن به اوج سایر راستاها طی فازهای تماس پاشنه و هل دادن اختلاف معنی داری مشاهده نشد.

اختلاف بین مقادیر اوج مثبت و منفی گشتاور آزاد در هر سه شرایط راه رفتن بدون کفی، کفی بافت دار درشت و ریز معنادار نبود. مقدار نرخ بارگذاری طی راه رفتن در شرایط با کفی بافت دار درشت نسبت به شرایط بدون کفی تمایل به افزایش داشت (d = ۱/۳۳۲).

جدول ۱. آمار توصیفی قد، سن، وزن و شاخص توده بدن سالمندان پژوهش حاضر

تعداد	قد (سانتی متر)*	سن (سال) *	جرم (کیلوگرم) *	شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع) *
۲۱ نفر (۱۴ زن و ۶ مرد)	۱۶۵/۶۵۱ ± ۹/۴۱۰	۶۶/۳۵۰ ± ۶/۲۲۶	۷۹/۱۰۰ ± ۱۵/۲۳۴	۲۹/۲۲۵ ± ۵/۶۲۳

*اطلاعات در جدول بصورت انحراف معیار ± میانگین آمده است.

جدول ۲. اوج مؤلفه‌های نیروی عکس العمل زمین (درصدی از وزن بدن) در سه بعد طی سه شرایط راه رفتن بدون کفی، با کفی بافت دار درشت و ریز

متغیر	بدون کفی [۱] **	کفی بافت‌دار درشت [۲] **	کفی بافت‌دار ریز [۳] **	سطح معنی‌داری ۱-۲	سطح معنی‌داری ۱-۳	سطح معنی‌داری ۲-۳	F	Partial Eta Squared
نیروی عمودی								
FzHC	۱۰۳/۸۶۰ ± ۱۴/۶۲۲	۱۰۳/۴۳۰ ± ۱۷/۴۹۹	۱۰۴ ± ۲۵۰ ± ۱۹/۰۶۳	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۰۴۶	۰/۰۰۵
FzPO	۱۰۲/۸۹۰ ± ۹/۸۲۵	۱۰۸/۱۳۰ ± ۲۵/۵۴۱	۱۰۲/۳۶۰ ± ۱۲/۴۵۰	۰/۹۱۰	۱/۰۰۰	۰/۷۴۵	۰/۶۹۳	۰/۰۶۸
نیروی قدامی-خلفی								
FyHC	-۱۱/۷۷۰ ± ۴/۰۶۴	-۱۴/۲۰۰ ± ۵/۰۳۵	-۱۴/۵۷۰ ± ۴/۳۰۱	۰/۰۵۶	۰/۰۰۳	۱/۰۰۰	۷/۸۳۹	۰/۴۵۲
FyPO	۱۴/۱۵۴ ± ۲/۸۳۵	۱۶/۱۷۸ ± ۶/۸۰۲	۱۵/۷۳۲ ± ۷/۴۶۵	۰/۴۳۰	۰/۸۹۹	۱/۰۰۰	۱/۲۹۹	۰/۱۲۰
نیروی داخلی-خارجی								
FxHC	۲/۵۴۰ ± ۱/۶۱۳	۲/۹۳۵ ± ۱/۶۱۱	۲/۸۹۵ ± ۱/۲۵۹	۰/۳۰۴	۰/۲۹۲	۰/۳۰۱	۱/۰۱۰	۰/۰۹۶
FxPO	-۶/۱۴۷ ± ۱/۸۲۰	-۷/۴۰۴ ± ۳/۵۹۰	-۵/۹۲۷ ± ۱/۹۳۴	۰/۳۵۷	۱/۰۰۰	۰/۲۱۱	۱/۸۷۷	۰/۱۶۵

*سطح معناداری P< ۰/۰۵

**اطلاعات در جدول بصورت انحراف معیار ± میانگین آمده است.

جدول ۳. زمان رسیدن به اوج مؤلفه‌های نیروی عکس العمل زمین (میلی ثانیه) در سه بعد طی سه شرایط راه رفتن بدون کفی، با کفی بافت دار درشت و ریز

متغیر	بدون کفی[۱] **	کفی بافت دار درشت [۲] **	کفی بافت دار ریز[۳] **	سطح معنی‌داری ۱-۲	سطح معنی‌داری ۱-۳	سطح معنی‌داری ۲-۳	F	Partial Eta Squared
زمان رسیدن به اوج نیروی عمودی								
FzHC	۲۸/۰۵۵ ± ۵/۲۳۸	۲۵/۸۹۵ ± ۴/۷۱۷	۲۷/۷۲۲ ± ۷/۵۹۹	۰/۰۴۸	۱/۰۰۰	۰/۶۱۷	۳/۳۴۷	۰/۲۶۱
FzPO	۷۴/۰۲۹ ± ۵/۰۸۲	۷۵/۰۷۱ ± ۳/۲۸۳	۷۶/۳۵۷ ± ۲/۸۶۸	۰/۳۵۲	۰/۰۹۱	۰/۰۵۳	۳/۲۱۴	۰/۲۵۳
زمان رسیدن به اوج نیروی قدامی-خلفی								
FyHC	۱۹/۲۳۸ ± ۵/۷۰۰	۱۷/۷۳۳ ± ۳/۹۸۱	۱۷/۸۱۰ ± ۳/۳۹۶	۰/۵۱۳	۰/۶۴۹	۱/۰۰۰	۰/۹۶۰	۰/۰۹۲
FyPO	۸۴/۴۶۷ ± ۱/۹۴۲	۸۴/۹۲۷ ± ۱/۸۳۷	۸۵/۳۳۳ ± ۲/۹۲۵	۰/۵۴۵	۰/۶۰۵	۱/۰۰۰	۱/۳۳۹	۰/۱۲۴
زمان رسیدن به اوج نیروی داخلی-خارجی								
FxHC	۵/۴۹۲ ± ۲/۶۳۸	۵/۷۷۳ ± ۲/۳۲۳	۷/۱۳۵ ± ۱/۹۹۵	۱/۰۰۰	۰/۰۲۱	۰/۱۲۱	۴/۶۵۱	۰/۳۲۹
FxPO	۴۸/۸۹۵ ± ۱۹/۴۵۸	۴۹/۰۶۲ ± ۲۲/۰۹۱	۵۳/۲۱۴ ± ۲۱/۴۱۳	۱/۰۰۰	۰/۷۷۱	۱/۰۰۰	۰/۶۸۱	۰/۰۶۷

*سطح معناداری P<۰/۰۵

**اطلاعات در جدول بصورت انحراف معیار ± میانگین آمده است.

جدول ۴. مقادیر گشتاور آزاد و نرخ بارگذاری (وزن بدن بر ثانیه) طی سه شرایط راه رفتن بدون کفی، با کفی بافت دار درشت و ریز

متغیر	بدون کفی [۱]**	کفی بافت دار درشت [۲]**	کفی بافت دار ریز [۳]**	سطح معنی-داری ۱-۲	سطح معنی-داری ۱-۳	سطح معنی-داری ۲-۳	F	Partial Eta Squared
گشتاور آزاد								
اوج منفی	-۰/۲۹۲ ± ۰/۱۹۲	-۰/۳۲۸ ± ۰/۲۸۷	-۰/۲۹۲ ± ۰/۳۲۱	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۹۵۰	۰/۸۷۵	۰/۰۸۴
اوج مثبت	۰/۳۷۵ ± ۰/۱۷۵	۰/۴۰۵ ± ۰/۲۰۵	۰/۴۱۹ ± ۰/۲۰۴	۱/۰۰۰	۰/۶۳۷	۱/۰۰۰	۰/۷۹۱	۰/۰۷
نرخ بارگذاری								
عمودی	۳/۸۰۴ ± ۰/۸۱۴	۴/۱۳۱ ± ۱/۰۲۹	۳/۹۵۰ ± ۱/۱۱۷	۰/۰۶۸	۱/۰۰۰	۱//۰۰۰	۳/۹۹۶	۰/۲۹۶

*سطح معناداری $P < ۰/۰۵$

**اطلاعات در جدول بصورت انحراف معیار ± میانگین آمده است.

بحث

هدف پژوهش حاضر بررسی اثر کفی بافت دار بر مؤلفه‌های نیروی عکس العمل زمین در سالمندان طی راه رفتن بود.

نتایج این پژوهش نشان داد مقدار نیروی قدامی-خلفی در فاز تماس پاشنه طی شرایط با کفی بافت دار ریز نسبت به شرایط بدون کفی کاهش است. اختلاف معنی داری در مقادیر اوج نیروهای عکس العمل زمین در راستاهای داخلی-خارجی و عمودی در سه شرایط ذکر شده مشاهده نشد. زمان رسیدن به اوج نیروی عمودی طی فاز تماس پاشنه در شرایط کفی بافت دار درشت نسبت به شرایط بدون کفی، کاهش داشت. همچنین مقدار زمان رسیدن به اوج سایر راستاها طی هر دو فاز اختلاف معنی داری را نشان نداد. مقادیر اوج مثبت و منفی گشتاور آزاد در سه شرایط معنی دار نبود.

مطابق مطالعات گذشته ارتباط بهینه و مؤثر بین مکانیزم های بازخوردی حاصل از سیستم‌های وستیبولار، بینایی و سوماتوسنسوری باعث کاهش نوسانات مرکز فشار می‌شود [۲۹]. نقص و اختلال ساختاری و عملکردی این سیستم‌ها نوسانات مرکز فشار را افزایش و کنترل پاسچر را کاهش می‌دهد [۳۰]. اطلاعات ورودی از طریق کف پا نقش مهمی در کنترل تعادل دارد [۳۱]. افزایش فشار در کف پا توسط برآمدگی‌هایی که در کفی‌های بافت دار وجود دارد، منجر به وارد کردن تحریک حسی قوی بر گیرنده‌های مکانیکی می‌شود؛ همچنین شیب فشاری موجود در بین برآمدگی‌های کفی بافت دار تحریک بیشتر گیرنده‌های مکانیکی را به دنبال دارد [۳۱]. استفاده از کفی‌های بافت دار منجر به جلوگیری و توانبخشی آسیب‌ها، افزایش راحتی و بهبود کارایی می‌شود [۱۹]. همچنین مطابق گزارش مولفورد و همکاران استفاده از نوعی از کفی‌های حمایت کننده قوس کف پا، کاهش درد در اندام تحتانی و بهبود تعادل را به دنبال داشته است [۳۲]. مقایسه اثرات کفی بافت دار در سالمندان و افراد جوان [۳۱] بهبود نوسانات پاسچری در هر دو گروه بویژه در سالمندان را نشان داد [۳۱]. تقویت سیستم‌های حسی از جمله لمس کف پا و حس عمقی در سالمندان می‌تواند توسط مداخلات و ارتوزهایی مثل کفی و کفش سبب بهبود تعادل و کاهش خطر زمین خوردن شود [۳۳]. استفاده از نوعی کفی های بافت دار باعث بهبود انحرافات به طرفین و در نتیجه بهبود تعادل در سالمندان شده بود [۳۴]. استفاده از کفی‌های بافت دار تاثیری بر مقدار نوسانات و تعادل در سالمندان نداشت.

نیروی عکس العمل زمین در جهت داخلی-خارجی احتمال بروز پرونیشن پا را افزایش می‌دهد؛ در صورت افزایش بیش از حد مقدار پرونیشن، درد پا و زانو افزایش می‌یابد [۳۵]. نیروهای عکس العمل زمین در راستای داخلی-خارجی در شرایط بدون کفی و استفاده از دو نوع کفی بافت دار هیچگونه اختلاف معناداری را نشان نداد. با توجه به این یافته می‌توان بیان کرد که استفاده از این نوع کفی‌ها هیچگونه تاثیری بر میزان درد پا و زانو در سالمندان نداشته است. مطابق مطالعه ملزر و همکاران [۳۶] در مقادیر نوسانات نیروهای داخلی-خارجی سالمندان هنگام استفاده از کفی بافت دار کاهش معنی داری را مشاهده شد که با پژوهش انجام شده توسط کوربین و همکاران [۱۹]، که به تأثیر صندل‌هایی حاوی بافت با برآمدگی‌های پلاستیکی بر مؤلفه‌های نیروی عکس العمل زمین پرداخته بود، هم جهت و با نتایج پژوهش حاضر غیرهم جهت بود. همچنین پژوهشی که کیو و همکاران [۲۰] روی سالمندان و جوانان انجام دادند، کاهش معنی داری در مقدار مؤلفه‌های نیروی عکس العمل زمین در راستاهای قدامی-خلفی مشاهده کرد که با نتایج حاضر همسو می‌باشد. کاهش میزان نیرو در راستای قدامی-خلفی احتمال آسیب و برهم خوردن تعادل در سالمندان را کاهش می‌دهد. برخی از محققین ثبات زمانبندی مؤلفه‌های نیروی عکس العمل زمین طی فعالیت‌هایی نظیر دویدن و راه رفتن را به وجود ثبات در برنامه کنترل حرکتی مرتبط دانسته‌اند، به این ترتیب که این ثبات زمانبندی مؤلفه‌های نیروی عکس العمل، منعکس کننده برنامه حرکتی است و در آن یک توالی از دستورهای حرکتی ذخیره شده برای هر وظیفه مشخص از مغز صادر می‌گردد [۳۷]. بنابراین می‌توان بیان نمود که پوشش پا و تغییر کفی کفش مورد استفاده در پژوهش حاضر قابلیت تغییر در برنامه حرکتی را طی فعالیت راه رفتن دارا بوده است. از آنجایی که زمان رسیدن به اوج نیروی عکس العمل زمین با ثبات برنامه حرکتی در سیستم عصبی مرتبط می‌باشند [۳۸] می تان به این مهم اشاره نمود که که هر دو کفی بافت دار ریز و درشت در ثبات برنامه حرکتی توسط سیستم عصبی مؤثر می‌باشد.

بین پارامترهای نیروی عکس العمل زمین در راستای عمودی و افزایش ریسک آسیب دیدگی اندام تحتانی ارتباط وجود دارد [۳۹]. بیان شده است که نرخ بارگذاری عمودی بالا، ممکن است خطر آسیب‌های مرتبط با راه رفتن و دویدن را افزایش دهد [۴۰]. نرخ بارگذاری عمودی نشان دهنده شیب افزایش اوج اولیه نیروی عکس العمل زمین در راستای عمودی طی تماس پاشنه با زمین است [۴۱]. این مؤلفه یکی از متغیرهای مهم برای ارزیابی بارهای اضافی وارده بر بافت‌های عضلانی-اسکلتی، سرعت بارگذاری عمودی در اندام تحتانی می‌باشد [۴۲]. از آنجایی که نرخ بارگذاری هنگام استفاده از کفی بافت دار درشت نسبت به شرایط بدون کفی افزایش معنی داری را نشان داده است، احتمالاً استفاده از این نوع کفی باعث افزایش بروز آسیب در سالمندان می‌شود

که به همین علت استفاده از این نوع کفی برای طولانی مدت توصیه نمی‌شود. همانطور که استفاده از کفی بافت دار ریز در مقدار نرخ بارگذاری عمودی اختلاف معنی داری را نشان نداد، پیش بینی می‌شود اگر قسمت پاشنه کفی بافت دار درشت مانند کفی بافت دار ریز اصلاح و ساخته شود منجر به تغییر در مقدار نرخ بارگذاری عمودی شده و ریسک کاهش آسیب در سالمندان را بدنبال داشته باشد. میزان گشتاوری که در محل مرکز فشار حول محور عمودی بر پا وارد می‌شود، گشتاور آزاد تعریف می‌شود [۱]. همچنین بیان شده که مقادیر اوج مثبت و منفی گشتاور آزاد نشانگر نیروهای پیچشی وارده به اندام تحتانی هنگام تماس با زمین می‌باشد [۴۳]. با این حال کفی‌های درشت و ریز در سالمندان در پژوهش حاضر، اختلاف معنی‌داری در مقادیر اوج مثبت و منفی گشتاور آزاد نشان نداد.

نتیجه گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از کفی بافت دار ریز در مقایسه با کفی بافت دار درشت در ارتباط با مقادیر نیروی عکس العمل زمین، زمان رسیدن به اوج نیروی عکس العمل زمین و نرخ بارگذاری بهتر می‌باشد. با وجود این هر دو کفی بافت دار ریز و درشت بر مقدار بارهای پیچشی وارد بر بدن اثرگذار نبودند. استفاده از کفی بافت دار ریز به دلیل افزایش زمان رسیدن به اوج نیروی عمودی عکس العمل زمین در مقایسه با کفی بافت دار درشت توصیه می‌شود. با وجود این هر دو کفی نتایج مشابهی را در ارتباط با نرخ بارگذاری عمودی داشتند. از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به سنجیدن اثر "آنی" کفی‌ها بر مؤلفه‌های نیروی عکس العمل زمین اشاره کرد. همچنین عدم ثبت فعالیت الکتریکی یکی دیگر از محدودیت‌های این مطالعه به شمار می رود. در مطالعات آینده جنبه‌های کینماتیکی و فعالیت عضلانی در هنگام استفاده آنی و طولانی مدت از کفی مورد استفاده در پژوهش حاضر مورد بررسی قرار گیرد.

ملاحظات اخلاقی

این پژوهش توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی اردبیل با شماره IR.ARUMS.REC. ۱۳۹۷,۰۹۲ مورد تأیید قرار گرفت. آزمودنی‌ها بعد از آشنایی با هدف و روش پژوهش فرم رضایت داوطلبانه در پژوهش را امضا نمودند. همچنین اطلاعات آزمودنی‌ها در این پژوهش به صورت مخفی حفظ شد.

حمایت مالی

هیچگونه حمایت مالی در پژوهش حاضر وجود نداشت.

سهم نویسندگان

آقای آیدین ولی زاده اورنج: ایده پژوهش از ایشان بوده و ورژن اولیه مقاله را اماده، مقاله را سابمیت و اصلاح نموده‌اند. خانم عارفه مختاری ملک آبادی: ایشان در نوشتن ورژن اولیه مقاله، کار آزمایشگاهی و تحلیل آماری نقش داشتند. آقای امیرعلی جعفرنژادگرو: ایشان در طرح ایده اولیه پژوهش، کار آزمایشگاهی و اصلاح مقاله ایفای نقش نمودند.

تعارض منافع

نویسنگان مقاله هیچگونه تعارض منافعی نداشتند.

کاربرد عملی مقاله

این مطالعه در توانبخشی افراد سالمند مفید است و می‌تواند در کاهش نیروهای عکس العمل زمین هنگام استفاده از کفی بافت دار طی راه رفتن توصیه شود.

سپاسگذاری

از تمامی نهادهای اداری و تمامی افرادی که ما را در انجام این پژوهش یاری نمودند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

References

1. Robertson GE, Caldwell GE, Hamill J, Kamen G, Whittlesey S. Research methods in biomechanics: Human kinetics; 2018.
2. Cote KP, Brunet ME, II BMG, Shultz SJ. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. 2005;40(1):41.
3. 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 **pmid:** 29413451
4. Hortobágyi T, Finch A, Solnik S, Rider P, DeVita P. Association between muscle activation and metabolic cost of walking in young and old adults. J Gerontol Series Biomed Sci Med Sci. 2011;66(5):541-7. **doi:** 10.1093/gerona/glr008 **pmid:** 21345892
5. Farsi A, Ashayeri H, Mohamadzadeh S. Effect of six-week balance training on kinematic charactrestics during walking in female older adults. Salmand J. 2015;9(4):278-87.
6. Farahpour N, Jafarnezhadgero AA, Allard P, Majlesi M. Muscle activity and kinetics of lower limbs during walking in pronated feet individuals with and without low back pain. J Electromyograph Kinesiol. 2018;39:35-41. **doi:** 10.1016/j.jelekin.2018.01.006 **pmid:** 29413451
7. Hatton AL, Dixon J, Rome K, Martin D. Standing on textured surfaces: effects on standing balance in healthy older adults. Age Ageing. 2011;40(3):363-8. **doi:** 10.1093/ageing/afr026 **pmid:** 21450692
8. Melzer I, Benjuya N, Kaplanski J. Postural stability in the elderly: a comparison between fallers and non-fallers. Age Ageing. 2004;33(6):602-7. **doi:** 10.1093/ageing/afh218 **pmid:** 15501837
9. Kerzman H, Chetrit A, Brin L, Toren O. Characteristics of falls in hospitalized patients. J Advance Nurs. 2004;47(2):223-9. **doi:** 10.1111/j.1365-2648.2004.03080.x
10. Berry SD, Miller RR. Falls: epidemiology, pathophysiology, and relationship to fracture. Curr

Osteoporosis Report. 2008;6(4):149-54. **doi:** 10.1007/s11914-008-0026-4 **pmid:** 19032925
11. Brooshak N, Asadi M, Hosseini SH. Comparison of the Percentage Stance and Swing Phases and Ground Reaction Force between Young and Older Adults during Walking at different speeds. J Sport Biomechanic. 2017;3(2):5-14.
12. 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. J PloS one. 2013;8(12):e83309. **doi:** 10.1371/journal.pone.0083309 **pmid:** 24349486
13. Kerrigan DC, Lelas JL, Goggins J, Merriman GJ, Kaplan RJ, Felson DT. Effectiveness of a lateral-wedge insole on knee varus torque in patients with knee osteoarthritis. Archive Physic Med Rehabilit. 2002;83(7):889-93. **doi:** 10.1053/apmr.2002.33225 **pmid:** 12098144
14. McGrath D, Judkins TN, Pipinos II, Johanning JM, Myers SA. Peripheral arterial disease affects the frequency response of ground reaction forces during walking. J Clinic Biomechanic. 2012;27(10):1058-63. **doi:** 10.1016/j.clinbiomech.2012.08.004 **pmid:** 22967739
15. Hatton AL, Dixon J, Rome K, Martin D. Standing on textured surfaces: effects on standing balance in healthy older adults. J Age Ageing. 2011;40(3):363-8. **doi:** 10.1093/ageing/afr026 **pmid:** 21450692
16. 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. J Arch Rehabilit. 2015;16(1):58-65.
17. Palluel E, Olivier I, Nougier V. The lasting effects of spike insoles on postural control in the elderly. J Behav Neurosci. 2009;123(5):1141. **doi:** 10.1037/a0017115 **pmid:** 19824780
18. Wilson ML, Rome K, Hodgson D, Ball P. Effect of textured foot orthotics on static and dynamic postural stability in middle-aged females. J Gait Posture. 2008;27(1):36-42. **doi:** 10.1016/j.gaitpost.2006.12.006 **pmid:** 17267222
19. Corbin DM, Hart JM, McKeon PO, Ingersoll CD, Hertel J. The effect of textured insoles on postural control in double and single limb stance. J Sport Rehabilit. 2007;16(4):363-72. **doi:** 10.1123/jsr.16.4.363 **pmid:** 18246902
20. Qiu F, Cole MH, Davids KW, Hennig EM, Silburn PA, Netscher H, et al. Enhanced somatosensory information decreases postural sway in older people. J Gait Posture. 2012;35(4):630-5. **doi:** 10.1016/j.gaitpost.2011.12.013 **pmid:** 22245163
21. Purpirali M, Kalantari M, Taghizadeh G, Mehdizadeh H. Effect of Textured insole on the complexity of center of pressure sway in faller older adults. J Rehabilitat Med. 2015;4(2):29-36.
22. McKeon PO, Stein AJ, Ingersoll CD, Hertel J. Altered plantar-receptor stimulation impairs postural control in those with chronic ankle instability. J Sport Rehabilit. 2012;21(1):1-6. **doi:** 10.1123/jsr.21.1.1 **pmid:** 22318247
23. Milner CE, Davis IS, Hamill J. Free moment as a predictor of tibial stress fracture in distance runners. J Biomechanic. 2006;39(15):2819-25. **doi:** 10.1016/j.jbiomech.2005.09.022 **pmid:** 16289078
24. Hoseini Y, Farahpour NJ. The Effects of Arch Support Insole on Ground Reaction Force, Impulse and Loading Rate during Double-Leg Landing. J Paramed Sci Rehabilitat. 2018;7(3):46-53.
25. World Medical Association. " Ethical principles for medical research involving human subjects," Declaration of Helsinki 2004. Available from: www.wma.net/e/policy/b3. htm.
26. Begg RK, Sparrow WA, Lythgo ND. Time-domain analysis of foot–ground reaction forces in negotiating obstacles. J Gait Posture. 1998;7(2):99-109. **doi:** 10.1016/S0966-6362(97)00039-8
27. Shapiro DC, Zernicke RF, Gregor RJ, Diestel JD. Evidence for generalized motor programs using gait pattern analysis. J Motor Behav. 1981;13(1):33-47. **doi:** 10.1080/00222895.1981.10735235 **pmid:** 15201130
28. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences: Routledge; 2013.
29. Costa M, Priplata AA, Lipsitz LA, Wu Z, Huang NE, 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 **pmid:** 17710211
30. Duarte M, Sternad D. Complexity of human postural control in young and older adults during prolonged standing. Experiment Brain Res. 2008;191(3):265-76. **doi:** 10.1007/s00221-008-1521-7 **pmid:** 18696056
31. Qiu F, Cole MH, Davids KW, Hennig EM, Silburn PA, Netscher H, et al. Enhanced somatosensory information decreases postural sway in older people. Gait Posture. 2012;35(4):630-5. **doi:** 10.1016/j.gaitpost.2011.12.013 **pmid:** 22245163
32. Mulford D, Taggart HM, Nivens A, Payrie C. Arch support use for improving balance and reducing pain in older adults. J Appl Nurs Res. 2008;21(3):153-8. **doi:** 10.1016/j.apnr.2006.08.006 **pmid:** 18684409
33. Hijmans JM, Geertzen JHB, Dijkstra PU, Postema K. A systematic review of the effects of shoes and other ankle or foot appliances on balance in older people and people with peripheral nervous system disorders. Gait Posture. 2007;25(2):316-23. **doi:** 10.1016/j.gaitpost.2006.03.010 **pmid:** 16687248
34. Stacoff A, Kramers-de Quervain I, Dettwyler M, Wolf P, List R, Ukelo T, et al. Biomechanical effects of foot orthoses during walking. Foot. 2007;17(3):143-53. **doi:** 10.1016/j.foot.2007.02.004
35. Rodrigues P, TenBroek T, Hamill J. Runners with anterior knee pain use a greater percentage of their available pronation range of motion. J Appl Biomechanic. 2013;29(2):141-6. **doi:** 10.1123/jab.29.2.141 **pmid:** 23645486
36. Melzer I, Benjuya N, Kaplanski J. Postural stability in the elderly: a comparison between fallers and non-fallers. J

Age Ageing. 2004;33(6):602-7. doi: 10.1093/ageing/afh218 pmid: 15501837

37. Begg RK, Sparrow WA, Lythgo ND. Time-domain analysis of foot–ground reaction forces in negotiating obstacles. Gait Posture. 1998;7(2):99-109. doi: 10.1016/S0966-6362(97)00039-8
38. Jafarnezhadgero AA, Majlesi M, Azadian E. Gait ground reaction force characteristics in deaf and hearing children. Gait Posture. 2017;53:236-40. doi: 10.1016/j.gaitpost.2017.02.006 pmid: 28219845
39. Messier SP, Martin DF, Mihalko SL, Ip EH, DeVita P, Cannon DW, et al. A 2-year Prospective Observational Study To Determine The Etiologic Factors Associated With Overuse Running Injuries: 652 June 1, 2. Med Sci Sport Exercise. 2016;48(5S):170-1. doi: 10.1249/01.mss.0000485515.20061.df
40. Zadpoor AA, Nikooyan A. The relationship between lower-extremity stress fractures and the ground reaction force: a systematic review. Clinic Biomechanic. 2011;26(1):23-8. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2010.08.005 pmid: 20846765
41. Stacoff A, Diezi C, Luder G, Stüssi E, Kramers-de Quervain IA. Ground reaction forces on stairs: effects of stair inclination and age. Gait Posture. 2005;21(1):24-38. doi: 10.1016/j.gaitpost.2003.11.003 pmid: 15536031
42. de Oliveira Silva D, Briani RV, Pazzinatto MF, Ferrari D, Aragão FA, de Azevedo FM. Reduced knee flexion is a possible cause of increased loading rates in individuals with patellofemoral pain. Clinic Biomechanic. 2015;30(9):971-5. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2015.06.021 pmid: 26169602
43. Yang PF, Sanno M, Ganse B, Koy T, Brüggemann GP, Müller LP, et al. Torsion and antero-posterior bending in the in vivo human tibia loading regimes during walking and running. PLoS One. 2014;9(4):e94525. doi: 10.1371/journal.pone.0094525 pmid: 24732724