Research Paper: The Effects of Textured Insole on Ankle Proprioception and Performance Balance in Subjects with the Risk of Falling

Fereshteh Salari-Moghadam [1], *Ebrahim Sadeghi [2], Fahimeh-Sadat Jafarian [1]

1. MSc. Student in Orthotics and Prosthetics, Department of Orthotics and Prosthetics, Faculty of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
2. Assistant Professor in Orthotics and Prosthetics, Department of Orthotics and Prosthetics, Musculoskeletal Research Center, Faculty of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

Received: 26 Nov. 2014
Accepted: 4 Jan. 2015

Keywords:
Foot and ankle complex, Balance, Falls, Proprioception, Insole

ABSTRACT

Objective The plantar sensory impairments has an impact on the balance. Therefore, textured insoles are used to improve foot sensation and balance. The majority of the literature has only focused on the intervention applied to the plantar surface; no adequate attention was paid toward other area of the foot such as dorsum surface. The purpose of this study was to compare the effect of textured insoles on ankle proprioception and balance.

Materials & Methods 16 females, 14 males with the history of falling during the last year were recruited in this study. They were randomly tested in four different conditions: textured insole, textured collar and tongue, placebo insole, and no insole. Ankle joint position sense and balance tests including "forward reach test" and "timed up and go" were carried out by all participants. All data were recorded and analyzed using "repeated measure ANOVA".

Results Participants did the ankle joint position sense with smaller errors while using textured insole ($P<0.01$). The recorded time showed a significant reduction when textured insole used over the dorsal surface and around the ankle, in timed up and go test ($P<0.01$).

Conclusion It has been postulated that using the textured insole in different instep area of a shoe could improve the somatosensory sensation, functional balance and proprioception.

Corresponding Author:
Ebrahim Sadeghi, PhD
Address: Musculoskeletal Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
Tel.: +98 (936) 9581112
E-mail: sadeghi@rehab.mui.ac.ir

تأثیر سطوح بافت‌دار در فضای داخل کفش بر حس عمقی مفصل مچ پا و تعادل عملکردی در افراد دچار افتادن

فرشته سالاری‌مقدم[۱]، * ابراهیم صادقی[۲]، فهیمه‌سادات جعفریان[۱]

۱- کارشناس ارشد اعضای مصنوعی و وسایل کمکی، گروه اعضای مصنوعی و وسایل کمکی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.
۲- استادیار، دکترای تخصصی اعضای مصنوعی و وسایل کمکی،گروه اعضای مصنوعی و وسایل کمکی، مرکز تحقیقات اسکلتی-عضلانی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.

تاریخ دریافت: ۵ آذر ۱۳۹۳
تاریخ پذیرش: ۱۴ دی ۱۳۹۳

چکیده

هدف یکی از علل کاهش تعادل، افت احساس در کف پا گزارش گردیده است؛ بنابراین، از کفی‌های دارای سطوح بافت‌دار برای افزایش حس کف پا و بهبود تعادل استفاده می‌شود. بیشتر مطالعات قبلی، بر روی کف پا متمرکز بوده و این تأثیرات روی نواحی دورسوم پا موردتوجه قرار نگرفته است. هدف از این مطالعه، مقایسه اثر سطوح بافت‌دار در قسمت‌های مختلف داخل کفش بر تعادل و حس عمقی مجموعه پاست.

روش بررسی در یک مطالعه آینده نگر متقاطع، ۱۶ زن و ۱۴ مرد با سابقه زمین‌خوردن در یک‌سال گذشته، به‌صورت تصادفی تحت چهار حالت مداخله حسی (بافت در کف پا، بافت در زبانه و یقه کفش، کفی پلاسبو و حالت کنترل) قرار گرفتند و حس درک موقعیت مفصل مچ پا و آزمون‌های تعادل عملکردی شامل: دسترسی به قدام، برخاستن و رفتن زمان‌دار در آنها اندازه‌گیری شد. برای مقایسه داده‌های ثبت‌شده در حالات مختلف مداخله از آزمون آماری تحلیل واریانس با اندازه‌های مکرر استفاده شد.

یافته‌ها خطای حس موقعیت مفصل مچ پا در مداخله به‌شکل کفی بافت‌دار در زیر پا کاهش یافت ($P<0/01$). همچنین زمان انجام آزمایش برخاستن و رفتن هنگام استفاده از سطح بافت‌دار روی دورسوم، نشان از کاهش داشت ($P<0/01$).

نتیجه‌گیری نتایج این مطالعه بر کاربرد سطوح بافت‌دار در داخل کفش و افزایش محتوای حس پیکری و بهبود وضعیت تعادل عملکردی و حس درک موقعیت مفصل پا تأکید دارد.

کلید واژه:
مجموعه مچ و پا، تعادل، افتادن، حس عمقی، کفی کفش

مقدمه

توانایی حفظ مرکز ثقل بر سطح اتکای کوچک محصور بین دو پا، مهارت حرکتی خاصی است که تعادل بدن انسان را مشخص می‌کند [۱]. بازخوردهای حسی موردنیاز به‌منظور کنترل این مهارت حرکتی شامل: پیام‌های بینایی، وستیبولار گوش داخلی و پیکری است [۲, ۳]. در ایستادن و راه‌رفتن، پای انسان اولین نقطه از بدن است که در تماس بین بدن و محیط بیرونی قرار گرفته است؛ بنابراین، در انتقال اطلاعات حس پیکری به سیستم اعصاب مرکزی نقش مهمی دارد [۴, ۵]. تقلیل حس لمس در کف پا می‌تواند باعث بروز مشکلات تعادلی شود و خطر زمین‌خوردن را افزایش دهد [۶]. ازسوی‌دیگر، افرادی که دچار افتادن می‌شوند ممکن است متحمل آسیب‌های جدّی مانند: انواع جراحت‌ها یا شکستگی‌ها و درنتیجه بستری شوند [۷]. این وقایع می‌تواند موجب تحمیل هزینه‌های هنگفتی بر سیستم بهداشت و درمان، جامعه و خانواده فرد گردد [۸, ۹]. حتی اگر فرد هیچ آسیب فیزیکی متحمل نشود درادامه زندگی دچار ترس از زمین‌خوردن، کاهش سطح فعالیت، وابستگی به دیگران، افسردگی و درنهایت، کاهش کیفیت زندگی خواهد شد [۱۰, ۱۱]. براین‌اساس توجه به مداخلات حسی در جهت پیشگیری از افتادن می‌تواند حایز اهمیت باشد.

طبق شواهد علمی، با افزایش اطلاعات و داده‌های حسی در کف و حس عمقی پا می‌توان کنترل تعادل وضعیتی در افراد را بهبود بخشید [۱۲]. در افراد سالم حس پیکری در مقایسه با بازخوردهای بینایی نقش کوچکتری در کنترل تعادل برعهده دارد [۱۳]، ولی در افرادی که مشکلات تعادل و سابقه افتادن داشته‌اند، حس پیکری نقش برجسته‌تری را ایفا می‌کند [۱۴,

* نویسنده مسئول:
دکتر ابراهیم صادقی
نشانی: مرکز تحقیقات اسکلتی-عضلانی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، ایران.
تلفن: ۹۵۸۱۱۱۲ (۹۳۶) ۹۸+
پست الکترونیکی: sadeghi@rehab.mui.ac.ir

جدول ۱. اطلاعات توصیفی مربوط به حس تشخیص وضعیت مچ پا (JPS)، آزمون دسترسی به قدام (FRT) و آزمون برخاستن و رفتن زمان‌دار (TUG).

	JPS	FRT	TUG
مداخله پایه	۱/۵۵±۰/۵۳	۲۷/۴۲±۹/۵۹	۱۱/۹۷±۳/۵۹
بافت بر سطح کفی	۱/۱±۰/۴۵	۲۷/۵۸±۹/۱۸	۱۱/۳۶±۳/۲۶
بافت بر سطوح غیرتحمل وزن	۱/۲۱±۰/۶۶	۲۷/۷۷±۸/۵۱	۱۰/۹±۳/۳۷
کنترل (پلاسبو)	۱/۵۳±۰/۵۲	۲۸/۴۸±۸/۶۲	۱۱/۳۱±۳/۰۵

مقادیر براساس «انحراف‌معیار±میانگین» ارائه شده است.

توانبخشی

۱۵]؛ زیرا افراد در معرض خطر افتادن تا حدامکان از منابع حسی موجود و دردسترس استفاده می‌کنند تا تعادل خود را تحت شرایط و موقعیت‌های مختلف حفظ کنند [۱۳, ۱۶]. بازخوردهای گیرنده‌های مکانیکی کف پا در تماس مستقیم با سطوح مختلف تغییر می‌کند [۱۷]. براین‌اساس استفاده سطوح بافت‌دار یا دارای برجستگی از مداخلاتی است که برای افزایش اطلاعات حسی کف پا مورد توجه محققین قرار گرفته است [۱۷-۲۱]. شواهدی مبنی‌بر تأثیر سطوح بافت‌دار یا دارای برجستگی در تماس با پا بر تعادل ایستایی و حرکتی بر روی جوانان بدون سابقه افتادن گزارش شده است [۱۹].

همچنین در رابطه با افراد سالمند -که بیشتر در معرض افتادن هستند- ایستادن بر روی کفی تسهیل‌کننده (دارای برجستگی لوله‌ای‌شکل در خلف کفی) باعث افزایش حس کف پا و کاهش نوسان بدن شده است [۲۲]. با این وجود در معدودی از مطالعات قبلی تأثیر سطوح بافت‌دار بر نوسانات بدن افراد، معنادار گزارش نگردیده است [۲۱]. با توجه به تناقض‌های موجود در مطالعات پیشین، به‌نظر می‌رسد مطالعات بیشتری برای اثبات کاربرد وسایل کمی و ارتوزهای ناحیه پا جهت افزایش محتوای حس پیکری پا و بهبود تعادل در افراد دچار مشکلات تعادل و در معرض خطر افتادن نیاز باشد تا تأثیر یا عدم‌تأثیر این نوع مداخله حسی مشخص گردد. همچنین بررسی مطالعات قبلی نشان می‌دهد که در تمامی موارد، مداخلات از نوع ایجاد بافت در سطح تحمل وزن (کف پا) بوده است [۱۷-۲۱] و سطوحی که در تحمل وزن نقش ندارد مانند سطوح اطراف مچ پا و پشت پا، برای تقویت حس پیکری مدنظر نبوده است.

در مطالعه حاضر علاوه‌بر بررسی اثر سطح بافت‌دار در کف پا، اثر آن بر مناطقی از پا که نقشی در تحمل وزن ندارد نیز بررسی و باهم مقایسه شده است. همچنین در این تحقیق برخلاف برخی از مطالعات قبل که از افراد سالم استفاده شده است، از نمونه‌های در معرض خطر زمین‌خوردن استفاده شد تا امکان استفاده از این منابع حسی در این افراد (گروه هدف) به‌صورت مستقیم بررسی شود.

هدف از مطالعه حاضر بررسی نقش سطوح بافت‌دار در فضای داخلی کفش بر احساس پیکری و تعادل افراد در معرض خطر زمین‌خوردن است.

روش بررسی

مطالعه حاضر از نوع مطالعات کارآزمایی بالینی متقاطع تصادفی بود و بر روی افراد دارای سابقه زمین خوردن انجام شد. نمونه‌گیری مطالعه به‌صورت آسان انجام و از داوطلبین دردسترس استفاده شد. در این مطالعه ۳۰ فرد در معرض خطر افتادن (۱۶ زن و ۱۴ مرد) شرکت کردند. معیارهای ورود شرکت‌کنندگان شامل: داشتن سابقه حداقل یک‌بار زمین‌خوردن در یک‌سال گذشته و توانایی راه‌رفتن و ایستادن مستقل (بدون کمک فرد دیگر یا وسیله کمکی) بود. معیارهای خروج از مطالعه شامل افرادی بود که سابقه اختلالات نورولوژیک مانند: سکته مغزی، مولتیپل اسکلروزیس و پارکینسون، شکستگی یا مشکل ارتوپدیک در اندام تحتانی یا جراحی در سه ماه گذشته داشتند. این مطالعه از پاییز سال ۱۳۹۲ به مدت ۸ ماه در مرکز تحقیقات اسکلتی-عضلانی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان اجرا شد.

پس از توضیح مراحل مطالعه و اخذ رضایت آگاهانه از شرکت‌کنندگان، براساس طول پای افراد، شماره مناسب کفش برای افراد تعیین می‌شد. برای کنترل عامل مخدوشگر نوع کفش، تمام افراد از یک نوع کفش در اندازه‌های متفاوت استفاده می‌کردند. ارزیابی حس ظریف افراد در حالت خوابیده به‌پشت انجام شد. درحالی‌که چشمان فرد بسته بود با استفاده از مونوفیلامن ۱۰ گرمی استاندارد[1] تماس در ده ناحیه از کف هر دو پا انجام شد. در حین این آزمون، افراد قادر به درک زمان و رویت مکان برقراری تماس با کف پا نبودند. نواحی تماس شامل سه نقطه پد انگشت شست، میانی و کوچک در سطح کف پایی، پنج نقطه در محل‌های سر اولین تا پنجمین متاتارس، ناحیه قوس طولی داخلی و پاشنه پا بود. عدم‌احساس فشار مونوفیلامن در بیش از سه نقطه از ده نقطه مذکور به‌عنوان اختلال حسی

1. Semmes-Weinstein Monofilament test kit

شکل ۱. انواع مداخلات در مطالعه: الف) مداخله پایه؛ ب) کفی بافت‌دار؛ ج) سطح بافت‌دار دور مفصل مچ پا و زیر زبانه کفش؛ د) کفی کنترل.

توانبخشی

در نظر گرفته می‌شد [۲۳]. برای تصادفی‌کردن ترتیب آزمون‌ها، از روش برداشتن قرعه توسط بیمار (برداشتن پاکت در بسته از درون یک سبد) استفاده گردید. پس از مشخص‌شدن نوع آزمون، توالی حالات مداخله نیز با همین روش برداشتن قرعه توسط بیمار تعیین می‌شد.

برای ایجاد سطح بافت‌دار در مداخلات مطالعه، از ورقه‌های لاستیکی از جنس پلی‌وینیل کلراید (PVC) که به‌عنوان کف‌پوش اتومبیل کاربرد دارد، استفاده گردید. خصوصیات بافت لاستیکی موردنظر شامل: قطر سطح مقطع پرز ۶ میلی‌متر، ارتفاع قله پرز از کف ۳ میلی‌متر و فاصله قله دو پرز مجاور ۱۲ میلی‌متر بود. حالت‌های مداخله‌ای موجود در این مطالعه، شامل موارد زیر بود:

۱- اولین حالت مداخله تنها پوشیدن کفش ورزشی اندازه مناسب فرد بدون هیچ‌گونه سطح بافت‌دار درون کفش در نظر گرفته شد؛ این مداخله به اصطلاح مداخله پایه بیان گردید (شکل ۱-بخش الف)؛

شکل ۲: جعبه شیب‌دار جهت آزمون حس عمقی مفصل مچ پا.

توانبخشی

۲- دومین حالت مداخله به‌صورت کفی کامل بافت‌دار در کف کفش بود تا هنگام استفاده و تحمل وزن روی آن در تماس مستقیم با پوست کف پا باشد (شکل ۱-بخش ب)؛

۳- سومین حالت مداخله با هدف نوع تأثیر بافت در قسمت‌هایی که نقشی در تحمل وزن ندارند به دو شکل به‌کار رفت: اول به‌صورت حلقه‌ای از جنس لاستیک بافت‌دار در اطراف مفصل مچ پا و دیگری به‌شکل یک قطعه مستطیلی‌شکل از همان لاستیک در زیر زبانه کفش که هر دو به‌وسیله چسب دوطرفه به محل موردنظر متصل شدند تا در تماس مستقیم با پوست اطراف مفصل مچ پا و پشت پا قرار گیرند (شکل ۱-بخش ج)؛

۴- چهارمین حالت مداخله‌ای به‌صورت کفی کنترل (پلاسبو) به‌کار رفت.

در این مطالعه برای ساخت کفی کنترل لاستیک بافت‌دار به‌کاررفته در مطالعه، اسکن و سپس تصویر اسکن‌شده آن روی یک صفحه از جنس PVC (بنر) چاپ شد، به‌گونه‌ای که نمای مشابه لاستیک بافت‌دار بر روی سطح به چشم آید ولی دارای یک سطح صاف و فاقد برجستگی باشد. این تصویر چاپ‌شده روی صفحه پلاستیکی نازک را بر روی فوم با ضخامتی برابر با ضخامت سطح بافت‌دار (معادل سه میلی‌متر) چسباندند و به‌شکل کفی تمام طول پا در اندازه‌های مختلف آماده گردیدند. براساس این روش سعی شد کفی کنترل تا جایی‌که امکان دارد مشابه کفی بافت‌دار به‌نظر برسد بدون آنکه افراد از وجود یا عدم‌وجود برجستگی واقعی در سطح آن اطلاع داشته باشند (شکل ۱-بخش د).

در این مطالعه، حس درک موقعیت مفصل (حس عمقی) از طریق تشخیص میزان شیب سطح اتکای پا در حالت ایستاده تعیین گردید. بدین‌منظور از یک جعبه که دارای سطح فوقانی شیب‌دار[۲] بود، استفاده گردید (شکل ۲). میزان شیب از طریق سوراخ‌های مندرج در دیواره جعبه تغییر می‌کرد، به‌گونه‌ای‌که دو سوراخ مجاور می‌توانست ۲/۸ درجه شیب سطح را تغییر دهد. روایی و پایایی این ابزار در مطالعات پیشین بررسی و درحد قابل‌قبول گزارش شده بود [۲۴,۲۵]. جعبه شیب‌دار مورداستفاده شامل دو سطح صاف از جنس چوب که یکی از دو سطح ثابت و دیگری متحرک بود. سطح شیب‌دار در ۱۸ مکان مختلف (۹ نقطه مکانی بالای سطح افق و ۹ نقطه مکانی پایین سطح افق) قابلیت تنظیم داشت. از فرد شرکت‌کننده درخواست شد میزان شیب تخته متحرک را به‌وسیله پای غالب خود با چشم بسته حس کند. شرکت‌کنندگان باید شیب تخته متحرک را در ۱۰ موقعیت مختلف که بین ۹+ (۲۵ درجه دورسی خمیدگی) تا ۹- (۲۵ درجه پلانتار خمیدگی) بود تخمین می‌زدند. حداکثر

۲. Modified Slop box

جدول۲. مقایسه تغییرات متغیرهای اندازه‌گیری‌شده در شرایط مختلف مداخله.

مقایسه‌ها	JPS f (۳/۲۷)= ۸/۲؛ P <۰/۰۰۱			FRT f (۳/۲۷)= ۰/۵۶؛ P =۰/۶۴			TUG f (۳/۲۷)= ۴/۶۱ P =۰/۰۱		
	BG.diff (M±SE)	CI ۹۵٪	P-value	BG.diff (M±SE)	CI ۹۵٪	P-value	BG.diff (M±SE)	CI ۹۵٪	P-value
حالت پایه – بافت بر سطح کفی	۰/۴۴±۰/۱۱	۰/۱۱ :۰/۷۸	۰/۰۴*	−۰/۱۵±۰/۸۶	۲/۳ :۲/۶۱	۱/۰۰	۰/۶±۰/۲۶	−۰/۱۵ :۱/۴۷	۰/۱۹
حالت پایه – بافت بر سطوح غیرتحمل وزن	۰/۳۳±۰/۱۲	۰/۰۲: −/۶۹	۰/۰۸	−۰/۳۴±۱/۰۸	−۳/۴۲: ۲/۷۲	۱/۰۰	۱/۰۷±۰/۲۹	۰/۲۴ :۱/۸۹	۰۰۰*
حالت پایه – کنترل	۰/۰۲±۰/۱۳	۰/۳۴:−/۴۸	۱/۰۰	−۱/۰۶±۱/۰۶	−۴/۰۷ :۹۵/۱	۱/۰۰	۰/۶۵±۰/۲۵	−۰/۰۵ :۱/۳۶	۰/۰۸
بافت برسطح کفی — بافت برسطوح غیرتحمل وزن	−۰/۱۱±۰/۱۴	−۰/۵ :۰/۲۸	۱/۰۰	−۰/۱۹±۰/۷۹	−۲/۴۶ :۲/۰۶	۱/۰۰	۰/۴۶±۰/۱۷	−۰/۰۳ :۰/۹۶	۰/۰۷
بافت برسطح کفی–کنترل	−۰/۴۲±۰/۱۱	۰/۸۹:−/۷۶	۰/۰۰*	−۰/۹±۰/۷۵	−۳/۰۵ :۱/۲۳	۱/۰۰	۰/۰۴±۰/۱۶	−۰/۴۱ :۰/۵	۱/۰۰
بافت برسطوح غیرتحمل وزن –کنترل	۰/۳۱±۰/۱۲	۰/۳:−/۶۶	۰/۰۹	۰/۷۱±۰/۷۲	−۱/۳۵ :۲/۷۷	۱/۰۰	۰/۴۱±۰/۱۷	−۰/۹۲ :۰/۹۲	۰/۱۶

توانبخشی

*دلالت براختلاف معنادار آماری دارد.
BG.diff:Between Group Difference(مقدار اختلاف بین گروه‌ها)
CI ۹۵٪: Confidence Interval ۹۵٪ (فاصله اطمینان ۹۵٪)

شیب ۹+ برابر با حداکثر زاویه جعبه شیب‌دار بود. قبل از شروع ارزیابی، انتخاب ۱۰ موقعیت مکانی به‌صورت قرعه‌کشی و تصادفی توسط بیمار انجام می‌شد. پیش از اندازه‌گیری واقعی از افراد شرکت‌کننده، شیب‌های مرجع شامل ۶+ و ۶- و ۰ توضیح و به شرکت‌کننده آموزش و تمرین داده می‌شد تا با روش کار و ارزیابی آشنا گردد. همچنین اجازه تکیه‌دادن به دیوار به‌منظور افزایش ایمنی داده می‌شد. ارزیابی مذکور همراه با چهار حالت مداخله مختلف به‌طورتصادفی انجام گردید.

آزمون دسترسی به قدام، میزان محدوده تعادلی فرد را مشخص می‌کند [۲۶]. این محدوده تعادلی توسط اندازه‌گیری حداکثر فاصله‌ای که شخص می‌تواند با بازوی ۹۰ درجه خم‌شده دست مشت‌شده را به‌سمت جلو از خود دور کند مشخص می‌گردد [۲۶]. در حین انجام آزمون، سطح اتکا فرد نباید تغییر کند. تفاضل بین نقطه فواصل نوک بلندترین انگشت دست در مکان‌های اول و دوم، نمره به‌دست‌آمده در این آزمون را نشان می‌دهد [۲۶, ۲۷]. این ارزیابی برای هر حالت مداخله مشمول سه آزمایش متوالی بود و میانگین سه نمره به منظور تحلیل نهایی استفاده شد.

آزمون برخاستن و رفتن زمان‌دار، از جمله آزمون‌های تعادل عملکردی و پیشگویی‌کننده خوب در تخمین زمین‌خوردن فرد سالمند است [۲۸]. در این آزمون از فرد شرکت‌کننده درخواست گردید بر روی یک صندلی بدون دسته و به ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر بنشیند. سپس با دستور «برو» بدون کمک از دست‌های خود بلند و به اندازه سه متر (که توسط یک علامت بر روی سطح مشخص شده بود) از صندلی دور شود و در انتهای مسیر دور علامت تعیین‌شده بچرخد و به مکان اولیه (صندلی) برگردد و بنشیند [۲۹]. فرد شرکت‌کننده با سرعت عادی راه می‌رفت و آزمونگر مدت زمان بین شروع و پایان آزمون را توسط یک کورنومتر اندازه‌گیری و در فرم‌های مخصوص هر شرکت‌کننده ثبت می‌کرد. این ارزیابی نیز مانند آزمون دسترسی به قدام در هنگام کاربرد هر مداخله شامل سه تکرار بود و در تحلیل نهایی داده‌ها از میانگین سه تکرار استفاده گردید.

در این مطالعه به‌منظور ارائه آمار توصیفی متغیرهای موردمطالعه، شاخص‌های تمایل مرکزی و پراکندگی (میانه، میانگین، دامنه و انحراف‌معیار) محاسبه گردید. همچنین ارزیابی توزیع متغیرهای عددی به لحاظ میزان انطباق با توزیع نظری طبیعی، آزمون آماری کولموگروف-اسمیرنوف استفاده گردید. برای مقایسه حالات مداخله در هریک از آزمون‌ها، از آزمون آماری تحلیل واریانس با اندازه‌های مکرر استفاده شد. برای بررسی تأثیرات مداخله‌های حسی مطالعه بر حس تشخیص وضعیت مچ پا، دسترسی قدامی و برخاستن و رفتن زمان‌دار از آزمون پارامتریک تحلیل واریانس استفاده شد. پیش از انجام آزمونهای تحلیلی پیش فرضهای یکنواختی واریانس داده ها از طریق آزمون کرویت (ماچلی) و عدم تاثیر توالی زمانی از طریق آزمون ویلکز لامبدا بررسی و تایید شدند. داده‌های ثبت‌شده در هر دسته از آزمون‌ها برحسب نوع مداخله در چهار گروه قرار گرفت و باهم مقایسه شد. کلیه محاسبات آماری از طریق نسخه ۱۷ نرم‌افزار آماری SPSSانجام پذیرفت و در تمامی محاسبات

آماری سطح معناداری ۹۵% در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در این بررسی ۱۶ زن و ۱۴ مرد با میانگین سن (±انحراف‌معیار) ۶۷/۴±۷/۱۱ سال و میانگین شاخص توده بدنی (±انحراف‌معیار) ۲۶/۷±۳/۷۷ شرکت کردند. میانگین تعداد دفعات زمین‌خوردن (±انحراف‌معیار) آنها ۱/۷۶±۱/۱۲ (دامنه:۵-۱) مرتبه در سال گذشته بود و براساس معاینه بالینی هیچ‌یک از شرکت‌کنندگان در مطالعه مشکل حسی در کف پای خود نداشت. برای نتایج آماری، آزمون تحلیل واریانس بیانگر وجود تفاوت‌های معنادار آماری در متغیرهای حس تشخیص وضعیت مچ پا و برخاستن و رفتن زمان‌دار بود (P<۰/۰۵) که دلالت بر وجود اختلاف بین گروه‌های مداخلات حسی داشت. برای مقایسه دوبه‌دو گروه‌ها در خروجی تحلیل واریانس از پس‌آزمون آماری بنفرونی[۳] استفاده شد. در حس موقعیت‌یابی مفصل مچ پا، تفاوت معنی‌دار بین حالت مداخله پایه و مداخله کفی بافت‌دار با مقدار (P<۰/۰۱) و بین حالت مداخله کنترل و مداخله کفی بافت‌دار با مقدار (P<۰/۰۱) وجود داشت (جدول ۲). در آزمون تعادلی برخاستن و رفتن زمان‌دار، تنها بین گروه‌های بدون مداخله (پایه) و بافت روی مناطق غیرتحمل وزن اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۱) مشاهده گردید (جدول ۲). در آزمون تعادلی دسترسی به قدام، با توجه به نتایج حاصله از آزمون تحلیل واریانس تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های مداخله مشاهده نگردید (P>۰/۰۵).

بحث

نتایج این مطالعه بیانگر بهبود متغیرهای حسی مجموعه پا و افزایش عملکرد تعادلی شخص در حین استفاده از سطوح دارای بافت برجسته در فضای داخل کفش است. استفاده از سطح بافت‌دار در کف پا باعث بهبود حس تعیین وضعیت مچ پا شد. همچنین کاربرد این سطوح در اطراف مفصل مچ (یقه کفش) و روی سطح پشت پا (زیر زبانه کفش) موجب کاهش زمان ثبت‌شده در آزمون برخاستن گردید.

براساس شواهد علمی، به‌نظر می‌رسد که جنس مواد واسط بین پا و سطح اتکا نقش مهمی در تغییر حس پیکری ناحیه پا در افراد سالم یا مبتلا به ضایعات نورولوژیک داشته باشد [۴,۱۶,۳۰,۳۱]، به‌گونه‌ای‌که مطالعات پیشین نشان داده است استفاده از سطوح نرم از طریق جذب ضربات و نیروهای عکس‌العمل وارده از کف، بازخوردهای حسی پا را کاهش می‌دهد [۳۲-۳۴]. درصورتی‌که سطوح خاردار یا پرزدار فشار روی سطوح کف پا را افزایش دهد می‌تواند در جهت تقویت احساس پیکری عمل کند [۱۸,۳۲]. به‌نظر می‌رسد استفاده از سطوح برجسته در کف پا بتواند موجب تشخیص بهتر توزیع نیروهای وارد بر کف پا شود و با تقویت حس عمقی پا موجب حس تعیین موقعیت بهتر پا روی سطح شیب‌دار گردد. تأثیرات مداخله بر روی حس پیکری به‌صورت لحظه‌ای بروز کرده است که همسو با نتایج بررسی پیشین است [۱۷,۳۵].

مشکل عمده‌ای که در مقایسه نتایج این مطالعه با مطالعات پیشین وجود دارد اثرات تلفیقی اجزای مداخلات اجراشده روی فاکتورهای حسی است. در برخی از بررسی‌های قبلی جنس بافت‌دار بر روی سطح صندل و یا کفی قوس‌دار (حمایت‌کننده قوس طولی پا) استفاده گردیده بود [۱۷,۱۸] که هر دو می‌تواند بر کیفیت حس پیکری تأثیرگذار باشد، ولی کفی به‌کاررفته در این مطالعه از نوع تخت بود. به‌بیان‌دیگر، قوس حمایتی پا خود نیز به‌تنهایی می‌تواند بر عناصر حسی پا اثرگذار باشد [۳۶] و وقتی با جنس بافت‌دار ترکیب شود تمایز تأثیرات این دو مداخله حسی دشوار است. مطالعاتی وجود دارد که همانند مطالعه حاضر از مداخله کفی بافت‌دار مسطح استفاده کرده است، ولی تأثیر معناداری بر احساس پیکری یا سیگنال‌های عصبی مرتبط با آن گزارش نشده است [۲۱,۳۷]. با این وجود سطح بافت‌دار به‌کاررفته در این مطالعه با مداخلات به‌کاررفته در مطالعات قبلی متفاوت است. افزایش ارتفاع پرز و بیشتر شدن فاصله قله‌های دو پرز مجاور در مقایسه با دو مطالعه اشاره‌شده از موارد احتمالی برای بروز تفاوت بین نتایج مطالعات است. به‌نظر می‌رسد افزایش در این دو پارامتر توانسته باشد حس تمایز دو پرز برجسته را بهتر تقویت کرده و بازخوردهای حسی را افزایش داده باشد.

به‌کاربردن سطح بافت‌دار در کف پا بر هیچ‌یک از آزمون‌های تعادلی مطالعه تأثیری نشان نداد. اگرچه گیرنده‌های حسی کف پا در تشخیص نقشه توزیع فشار بر کف پا نقش دارد و می‌تواند باعث بهبود کنترل تعادل شود [۳۸]، مداخلات حسی عموماً در موارد وجود مشکلات حسی کاربرد دارد. چنانچه استفاده از این مداخلات در افراد جوان و سالم نیز بدون تأثیر گزارش گردیده است [۱۸,۳۷]. ارزیابی حسی به‌کاررفته در این مطالعه نیز مؤید نبودن اختلال حس در کف پای شرکت‌کنندگان بود ولی مداخلات حسی نتایج قابل‌توجهی را نشان داد.

مداخله حسی روی نواحی غیرتحمل وزن پا (اطراف مچ و روی سینه پا) باعث بهبود عملکرد استفاده‌کنندگان در آزمون تعادلی پویاتری (TUG) گردید. آزمون برخاستن و رفتن زمان‌دار به‌عنوان ابزار مناسبی برای پیشگویی خطر زمین‌خوردن معرفی شده است [۲۸,۳۹]. تنوع مهارت‌های حرکتی برای حفظ تعادل روی پاهای درحال حرکت و تغییر الگوی حرکتی از راه‌رفتن به دورزدن و چرخیدن به‌عنوان چالش برای سیستم کنترل حرکت محسوب می‌شود که نیاز به بازخوردهای حسی را افزایش می‌دهد [۱۳]. با وجود توجه دیگر مطالعات به بازخوردهای

۳. Bonferroni test

حسی سطح کف پا، این نتایج نشان می‌دهد در موقعیت‌های چالشی ممکن است احساس پیکری در نواحی غیرتحمل وزن برای کنترل تعادل برتر باشد.

در بررسی مقالات پیشین به موردی برخورد نشد که تأثیرات مداخلات حسی مشابه بر روی نقاط تحمل وزن و غیرتحمل وزن باهم مقایسه شده باشد، ولی در برخی مداخلات حسی مثل تحریک الکتریکی که کل مجموعه پای (شامل مفصل مچ) افراد دچار سکته مغزی به‌صورت همزمان تحریک شده بود عملکرد تعادلی افراد در راه‌رفتن و آزمون دسترسی قدامی بهبود یافت [۴۰]. مطالعات اخیر استفاده از پرز و بافت بر روی سطح داخلی جوراب را در کنترل تعادل مفید گزارش کرده است [۴۱,۴۲] این نتایج از آن جهت همسو با مطالعه حاضر تفسیر می‌گردد که تحریکات حسی بر روی سطوحی غیر از کف پا (شامل دورسوم پا و اطراف مچ پا) نیز اعمال شده و تأثیر مثبت بر تعادل نشان داده است. در این مطالعه از روش کارآزمایی بالینی تصادفی متقاطع استفاده شد که هر فرد کنترل‌کننده خود محسوب می‌گردد؛ بنابراین، تأثیر متغیرهای مخدوش‌کننده بین گروه‌ها به حداقل رسیده است. تمام مداخلات در یک جلسه آزمون بررسی شد که ممکن است شائبه بروز تعامل مداخلات برهم را مطرح نماید، ولی با توجه به بررسی قبلی انتظار نمی‌رود که تأثیر مداخلات بیش از چند دقیقه دوام داشته باشد [۱۷]. همچنین انتظار می‌رود که وجود دو حالت بدون اثر تحریکی (پایه و پلاسبو) و زمان استراحت بین آزمون‌ها تا حد زیادی خطر انتقال اثر به مداخله بعدی را کاهش داده باشد. در این بررسی افراد شرکت‌کننده سابقه افتادن داشتند، با این وجود در تعمیم نتایج به کل افراد دارای سابقه افتادن باید محتاطانه عمل نمود. به‌عبارت‌دیگر، با درنظرگرفتن احتمال عدم‌شرکت بیماران دارای مصدومیت شدید که به‌علت ناتوانی پیش‌آمده قادر به حضور در این بررسی نبوده‌اند، نتایج به‌دست‌آمده را نمی‌توان به طیفی از جمعیت موردنظر تعمیم داد.

نتیجه‌گیری

با توجه به مثبت ارزیابی‌شدن نقش سطح بافت‌دار بر افزایش محتوای حسی و تأثیر آن بر تعادل، ممکن است از این مداخله به‌عنوان یک مداخله غیرتهاجمی ارزان و مفید در کفش به‌منظور جبران مشکلات حسی و تعادلی استفاده شود و خطر افتادن در افراد را کاهش داد. اطلاعات حاصل‌شده در این بررسی همچنین ممکن است در تجویز و پیشنهاد نوع ارتوز یا کفش با هدف بهبود تعادل و کاهش خطر زمین‌خوردن مفید و مؤثر باشد. براساس این یافته‌ها تأثیر مداخلات حسی روی سطوح پشت پا و اطراف مچ پا نیز می‌تواند به مشابه تغییر ظرفیت حسی کف پا در تعادل افراد مؤثر باشد؛ بنابراین، طراحی و انتخاب جنس به‌کاررفته در قسمت‌های یقه (کولار) و زبانه کفش هم می‌تواند بر کیفیت اطلاعات حسی مجموعه پا تأثیرگذار باشد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله از همکاری و حمایت دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان در این مطالعه قدردانی می‌نمایند.

منابع

[1] Borah D, Singh U, Wadhwa S, Bhattacharjee M. Postural stability: Effect of age. Indian Journal of Physical Medicine and Rehabilitation. 2007;18(1):7-10.

[2] Horak F, Nashner L, Diener H. Postural strategies associated with somatosensory and vestibular loss. Experimental Brain Research. 1990;82(1):167-77.

[3] Manchester D, Woollacott M, Zederbauer-Hylton N, Marin O. Visual, vestibular and somatosensory contributions to balance control in the older adult. Journal of Gerontology. 1989; 44(4):M118-M27.

[4] Hijmans JM, Geertzen JH, 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.

[5] Orth D, Davids K, Wheat J, Seifert L, Liukkonen J, Jaakkola T, & et al. The role of textured material in supporting perceptual-motor functions. PLoS ONE. 2013; 8(4): e60349. doi: 10.1371/journal.pone.0060349.

[6] Fitzpatrick R, Rogers DK, McCloskey D. Stable human standing with lower-limb muscle afferents providing the only sensory input. The Journal of Physiology. 1994; 480(Pt 2):395-403.

[7] Nik-tabe' A, Shahi-Moridi D. [The causes of hip fractures among elder who admitted in the inpatients services in Kerman city between 2001-2002 (Persian)]. Quarterly Journal of Rehabilitation. 2002; 2(3):39-46.

[8] Berry SD, Miller RR. Falls: epidemiology, pathophysiology, and relationship to fracture. Current Osteoporosis Reports. 2008;6(4):149-54.

[9] Gross MT, Mercer VS, Lin FC. Effects of foot orthoses on balance in older adults. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 2012; 42(7):649-57.

[10] Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. New England Journal of Medicine. 1988; 319(26):1701-7.

[11] Maki BE, Holliday PJ, Topper AK. Fear of falling and postural performance in the elderly. Journal of Gerontology. 1991; 46(4):M123-M31.

[12] Hijmans JM, Geertzen JH, 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.

[13] Feuerbach JW, Grabiner MD, Koh TJ, Weiker GG. Effect of an ankle orthosis and ankle ligament anesthesia on ankle joint proprioception. The American Journal of Sports Medicine. 1994; 22(2):223-9.

[14] Baharlouei H, Nodehi Moghadam A. [Correlation between Body Mass Index and Postural Balance in Elderly (Persian)]. Quarterly Journal of Rehabilitation. 2012; 12(4):54-9.

[15] Bahramian H, Ghoseiri K. [Assessment of the foot plantar pressure in type II diabetic patients with mild neuropathy (Persian)]. Quarterly Journal of Rehabilitation. 2011; 12(2):34-40.

[16] 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.

[17] Palluel E, Olivier I, Nougier V. The lasting effects of spike insoles on postural control in the elderly. Behavioral Neuroscience. 2009; 123(5):1141.

[18] Palluel E, Nougier V, Olivier I. Do spike insoles enhance postural stability and plantar-surface cutaneous sensitivity in the elderly? Age and Ageing. 2008; 30(1):53-61.

[19] Corbin DM, Hart JM, Palmieri-Smith R, Ingersoll CD, Hertel J. The effect of textured insoles on postural control in double and single limb stance. Journal of Sport Rehabilitation. 2007; 16(4):363.

[20] Hatton AL, Dixon J, Rome K, Martin D. Standing on textured surfaces: effects on standing balance in healthy older adults. Age and Ageing. 2011; 40(3):363-8.

[21] Wilson ML, Rome K, Hodgson D, Ball P. Effect of textured foot orthotics on static and dynamic postural stability in middle-aged females. Gait & Posture. 2008; 27(1):36-42.

[22] Maki BE, Perry SD, Norrie RG, McIlroy WE. Effect of facilitation of sensation from plantar foot-surface boundaries on postural stabilization in young and older adults. The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences. 1999; 54(6):M281-M7.

[23] Feng Y, Schlösser FJ, Sumpio BE. The Semmes Weinstein monofilament examination as a screening tool for diabetic peripheral neuropathy. Journal of Vascular Surgery. 2009; 50(3):675-82.

[24] Hijmans JM, Zijlstra W, Geertzen JH, Hof AL, Postema K. Foot and ankle compression improves joint position sense but not bipedal stance in older people. Gait & Posture. 2009; 29(2):322-5.

[25] Kynsburg A, Pánics G, Halasi T. Long-term neuromuscular training and ankle joint position sense. Acta Physiologica Hungarica. 2010; 97(2):183-91.

[26] Weiner D, Duncan P, Chandler J, Studenski S. Functional reach: a marker of physical frailty. Journal of the American Geriatrics Society. 1992; 40(3):203-207.

[27] Katz-Leurer M, Fisher I, Neeb M, Schwartz I, Carmeli E. Reliability and validity of the modified functional reach test at the sub-acute stage post-stroke. Disability & Rehabilitation. 2009; 31(3):243-8.

[28] Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. Physical Therapy. 2000; 80(9):896-903.

[29] Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. Journal of the American Geriatrics Society. 1991; 39(2):142-8.

[30] Dixon J, Hatton AL, 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 (United Kingdom). 2014; 100(2):142-9.

[31] Alfuth M, Rosenbaum D. Effects of changes in plantar sensory feedback on human gait characteristics: A systematic review. Footwear Science. 2012; 4(1):1-22.

[32] Robbins S, Waked E, Allard P, McClaran J, Krouglicof N. Foot position awareness in younger and older men: the influence of footwear sole properties. Journal of the American Geriatrics Society. 1997; 45(1):61-6.

[33] Antonio PJ, Perry SD. Quantifying stair gait stability in young and older adults, with modifications to insole hardness. Gait and Posture. 2014; 40(3):429-34.

[34] Qu X. Impacts of different types of insoles on postural stability in older adults. Applied Ergonomics. 2015; 46(PA):38-43.

[35] Waddington G, Adams R. Football boot insoles and sensitivity to extent of ankle inversion movement. British Journal of Sports Medicine. 2003; 37(2):170-4.

[36] Nigg BM, Wakeling JM. Impact forces and muscle tuning: a new paradigm. Exercise and Sport Sciences Reviews. 2001; 29(1):37-41.

[37] Nurse MA, Hulliger M, Wakeling JM, Nigg BM, Stefanyshyn DJ. Changing the texture of footwear can alter gait patterns. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2005; 15(5):496-506.

[38] Kavounoudias A, Roll R, Roll JP. Foot sole and ankle muscle inputs contribute jointly to human erect posture regulation. The Journal of Physiology. 2001; 532(Pt 3):869-78.

[39] Arnadottir SA, Mercer VS. Effects of footwear on measurements of balance and gait in women between the ages of 65 and 93 years. Physical Therapy. 2000; 80(1):17-27.

[40] Tyson SF, Sadeghi-Demneh E, Nester CJ. The effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on strength, proprioception, balance and mobility in people with stroke: a randomized controlled cross-over trial. Clinical Rehabilitation. 2013; 27(9):785-91.

[41] Woo MT, Davids K, Liukkonen J, Jaakkola T, Chow JY. Effects of textured compression socks on postural control in physically active elderly individuals. Procedia Engineering. 2014; 72 (10):162-167.

[42] Wheat JS, Haddad JM, Fedirchuk K, Davids K. Effects of textured socks on balance control during single-leg standing in healthy adults. Procedia Engineering. 2014; 72 (10):120-125.