Archives of
Rehabilitation

Winter 2025. Vol 25. Num 4

Research Paper

The Immediate Effect of Insoles With Toe Grip Bar and Arch Support With Lateral Heel Flare on Static and Dynamic Stability in Older People With Balance Problems

Zahra Khajooei[1], *Alireza Taheri[1], Mohammad Taghi Karimi[2]

1. Department of Orthotics and Prosthetics, Faculty of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
2. Department of Orthotics and Prosthetics, Faculty of Rehabilitation Sciences, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Khajooei Z, Taheri A, Karimi MT. [The Immediate Effect of Insoles With Toe Grip Bar and Arch Support With Lateral Heel Flare on Static and Dynamic Stability in Older People With Balance Problems (Persian)]. Archives of Rehabilitation. 2025; 25(4):790-803. https://doi.org/10.32598/RJ.25.4.3212.7

https://doi.org/10.32598/RJ.25.4.3212.7

ABSTRACT

Objective Due to the increase in the older population and their high prevalence of falls and loss of balance, the use of medical insoles and shoes is one of the common and low-cost methods to improve balance in these people. This study uses a combined approach of shoes and soles (including shoes with lateral heel flares, arch support, and toe grip bar) on the static and dynamic balance parameters of older people with balance problems.

Materials & Methods This is a quasi-experimental before-and-after study conducted on 15 eligible seniors with a history of falling in the past 6 months (Mean±SD age, 70±3.94 years). This study used a semi-rigid EVA (ethylene vinyl acetate) sole. Walking and standing stability tests were performed on the subjects in two conditions: one with standard shoes and the other with lateral heel flare and insole with arch support and toe grip bar. The gait analysis system was used to record the temporal and spatial parameters of walking and to measure balance.

Results Compared to standard shoes, shoes with a lateral heel flare, arch support, and toe grip bar significantly decreased the walking speed (P=0.003), cadence (P=0.004), and stride time (P=0.008). The finding of the movement of the center of pressure in the medial-lateral direction in the standing position increased significantly (P=0.001) when using modified shoes. The progressive force of the movement increased, and the opposing force of the movement decreased.

Conclusion Using shoes with heel flares, arch support, and a toe grip bar will increase balance. It also improved the parameters of step time and gait speed to facilitate movements in older people.

Keywords Aging, Gait, Balance, Insole, Shoes

Received: 08 Oct 2023
Accepted: 03 Jul 2024
Available Online: 01 Jan 2025

Corresponding Author:
Alireza Taheri, Assistant Professor.
Address: Department of Orthotics and Prosthetics, Faculty of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
Tel: +98 (913) 3189373
E-Mail: taheri@rehab.mui.ac.ir

Copyright © 2025 The Author(s);
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-By-NC: https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

English Version

Introduction

Today, aging is one of the most important issues in all countries. The population of people over 60 is predicted to increase from 900 million in 2015 to 2 billion by 2050 [1]. Falling is a problem that affects one-third of the population over 65 years old; about 50% of seniors over 80 experience falling at least once a year. As a result, they try to reduce their daily physical activities to avoid the risk of falling and its complications [2]. Various complications, including physical injuries (fractures), reduced quality of life, hospitalization, need for long-term care, high medical costs, and even death related to falls, have been mentioned [3, 4].

Normal people try to control the body's center of mass on a fixed surface to create stability while standing [5]. However, during walking, they experience instability to a small extent. If this instability in older people increases enough, it may cause falling [6].

Various therapeutic approaches are used to reduce the risk of falls and improve stability during walking [5]. Orthotic interventions are one way to control with falls in older people. Some types of interventions, such as medical shoes and insoles (medial or lateral sole wedges), toe grips, arch supports, and technologized shoes, are all used to improve stability in older people [7-10].

The effect of these interventions on standing stability and walking parameters is still controversial. Abiko et al. investigated spatial and temporal walking parameters in normal and developed insoles with toe grip bar and concluded that although the use of insoles with toe grip bar increased foot muscle activity in static and swing phases of gait, these changes do not have a significant difference on the spatial-temporal parameters of gait [11].

Also, Nakano et al. evaluated the effect of toe grip bar on toe grip strength and body swing rate in older women and concluded that toe grip strength and body sway improved after using this type of insole [10].

Arch support alone in the insole is one of the other effective interventions to improve the balance and motion function of the lower limb [12], which in case of combined use of changes in the insole (metatarsal pad with arch support and heel cup) shows a significant improvement in the balance of older people [13]. Attention to the physical dimensions of the arch support, such as the height of different arches in the insole, is another effective factor in balance, which has a direct effect on the displacement of the center of pressure (decrease in the center of pressure) and the reduction of falls in older people [14].

Another approach to improve balance is the use of modified shoes with insoles. Menz et al. measured these two interventions on the standing balance of older women and observed that high-heel shoes reduce standing stability, while shoes with long collars in the heel and a hard sole improve standing stability in older people [15].

Increasing stability in older people and reducing body sway while standing and walking requires control and improving spatial and temporal parameters. Insoles with toe grip bar alone increase the contact area of the toes with the sole but do not affect the spatial and temporal parameters. The arch support alone reduces the sway of the center of pressure and improves stability. In addition, some shoe changes, such as heel flare, increase support base and improve stability in older people.

A combined intervention can affect the whole foot and apply more stability so that a toe grip bar insole can make the toes flexible. Because it involves the forefoot area, it can be effective in the toe-off phase of gait. The arch support raises the medial longitudinal arch in the middle of the foot, and in addition to increasing static stability, it also plays a role in improving the middle phase of gait. The heel flare in shoes also increases the contact surface of the foot with the ground and increases the base of support, improving stability.

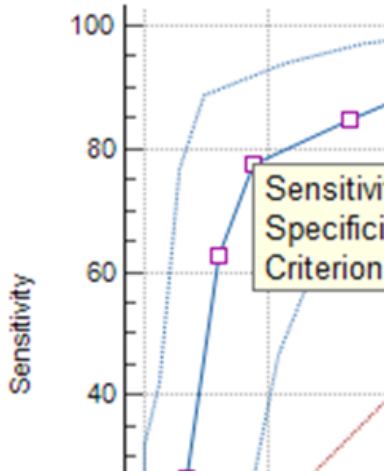
To control and improve balance in each step of the gait cycle, an intervention was considered in the front, middle, and back of the foot. This study investigates the effect of the simultaneous use of arch support, toe grip bar, and heel flare on balance and gait parameters in older people with balance problems.

Materials and Methods

This study is a quasi-experimental of the before-and-after type, conducted on 15 older people with a history of falling in the past 6 months. Thirteen women and 2 men over 65 years old (mean age: 70±3.94) with a mean body mass index of 69.29±77.3 kg/m^2 were included in the study. The exclusion criteria comprised having Parkinson disease, cardiovascular disease or the need for ambulatory assistance, inability to walk, history of neuromuscular and musculoskeletal disorders, peripheral neuropathy, lower limb amputation, and the use of assistive devices while walking.

Archives of Rehabilitation

Figure 1. Semi-rigid Medical Insoles With Toe Grip Bar and Arch Support



Archives of Rehabilitation

Figure 2. Heel Flare

First, informed consent was obtained from the subjects. Then, standard shoes made of leather with semi-thick soles were obtained from the medical shoe manufacturing center in Isfahan. A flare was installed under the shoe heel with 1 cm thick of hard rubber and a 20-degree slope in the Orthotic and Prosthetics Center of the Rehabilitation Faculty of Isfahan University of Medical Sciences (Figure 1). On a semi-hard EVA (ethylene vinyl acetate) foam insole, a toe grip bar with a convex structure was installed in the central part of the proximal phalanx of the first to fifth toes. Finally, arch support was applied in the mid-foot area to a 1.75 cm height on the sole (Figure 2).

The motion analysis system (frequency 200 Hz) measured walking movements at the musculoskeletal research center once with standard shoes and then in the same session with transformed shoes (heel flare with arch support and toe grip bar). Older people walked in the laboratory environment for 10 minutes to adapt and get used to the shoes before recording and evaluating.

Before the start of testing, 41 markers with a diameter of 14 mm were installed in two limbs at the anterior superior iliac, posterior superior iliac, ankles, sides of the knee joint, posterior heel, acromioclavicular joint, external humerus condyle, styloid process, the radius and head of the first and fifth metatarsals, as well as the spinous process of the seventh cervical vertebra. Also, the 4-marker pad was attached to the anterior-outer surface of the leg and thigh using a stretchable strap.

Static stability was evaluated by force plate (dimensions 50 x 60 cm and frequency 1000 Hz from Kestler Company). In this evaluation, the subject stands for one minute on the power plate while the arms are at the side of the body and looking forward. Then, the dynamic stability of the subject was evaluated by walking at a selected speed of 8 m in the laboratory so that the person's foot was placed on the force plate by 7 cameras by the motion recording and analysis system (frequency 200 Hz).

The subject walked in the laboratory for 10 minutes before registering and evaluating the device to adapt and get used to the desired shoes. Both tests were performed in static and dynamic conditions, once with the standard shoes and then in the same session with the improved shoes (heel flare with arch support and toe grip bar). Each test was repeated five times. To prevent fatigue, a 5-minute break was taken between each test.

Standing stability was measured with parameters including displacement, velocity, sway, and standard deviation of the center of pressure in medial-lateral and anterior-posterior directions. Stability in walking mode was recorded with walking speed, cadence, step length, and standing phase percentage [16]. Ground reaction force parameters, including vertical forces (Fy), anterior-posterior forces (Fx), and average lateral forces (Fz) were also measured [17].

Statistical analyses were performed by SPSS20 software, with a significance level of $P<0.05$. All parameters were determined using the Shapiro-Wilk test. Parametric statistical analysis was used to evaluate the difference between mean values. The paired t test was used to determine the difference between parameters related to stability in standing and walking in different phases.

Table 1. Mean parameters of static stability with standard shoes and shoes with heel flares with arch support and toe grip

Balance Parameters	Mean±SD		P
	The Altered Shoes	The Standard Shoes	
Displacement of the center of pressure in the anterior-posterior plane (mm)	1004.93±362.5	990.36±331.3	0.755
Displacement of the center of pressure in the medial-lateral plane (mm)	920.93±256.0	905.38±272.1	0.679
Speed of the center of pressure in the anterior-posterior plane (m/min)	25.12±9.06	24.75±8.28	0.755
Speed of the center of pressure in the medial-lateral plane (m/min)	23.02±6.40	22.63±6.80	0.679
The sway of the center of pressure in the anterior-posterior plane (mm)	34.64±26.57	27.14±25.32	0.059
The sway of the center of pressure in the medial-lateral plane (mm)	44.67±15.36	36.47±12.92	0.001*

*Significance level at P<0.001

Archives of Rehabilitation

Results

Fifteen (13 women and 2 men) older people were studied. They were all over 65 with an average age of 70±3.94 years, average height of 159±0.09 cm, and average body mass index of 29.69±3.77 kg/m^2.

The mean values of center of pressure sway in the medial-lateral direction in the standard shoe and the shoes with heel flare with arch support and toe grip (to check the static stability) were 36.47±12.92 and 44.67±15.36 mm, respectively. No significant difference was observed between the standard and modified shoes in step length, speed, and pressure center movement in the anterior-posterior and medial-lateral planes (Table 1).

Step time and walking speed variables were used to measure dynamic stability. Compared to the standard shoes, the altered shoes caused a significant increase in both step time (P≤0.008) and walking speed (P≤0.003). The mean step times with standard and modified shoes were 1.56±0.18 and 1.46±0.18 seconds, respectively. No significant difference was observed in stride length (P≤0.085) and standing phase percentage (P≤565).

The parameters of the ground reaction force were also evaluated in this study. Intending to create forward force, the FX1 factor increased significantly after using the modified shoes compared to the standard shoes (P≤0.001). On the other hand, the FX2 parameter, the opposing force of the movement, decreased significantly (P≤0.02) after using modified shoes. Factor FY3 decreased significantly (P≤0.000) after using medical insoles and shoes (Table 2).

Discussion

Balance is an important and complex process consisting of receiving information about the body's position and movements and coordinating movement components to achieve body control while walking and standing. Falling and imbalance are two common problems of old age, which deserve special attention based on biomechanical principles of any significant resistance in balance variables in older people.

Comparing two situations of standard shoes and improved shoes indicates significant balance changes. Therefore, combining interventions following biomechanical principles can be considered a therapeutic approach. The changes and corrections applied in medical shoes and insoles can bring people's balance and kinematic parameters to a large extent closer to the normal level.

Attention to the changes in temporal and spatial parameters of walking with simple interventions and corrections in the front, middle, and back of the foot, each in the static and dynamic phase of walking, has been effective and can achieve balance and the subsequent reduction in the number of falls in older people, which in the present study is devoted to it.

Walking speed is considered an important parameter in balance, which normally decreases from the beginning of old age onwards [16], and this low speed is a strong predictor and early indicator for adverse outcomes such as falls [17, 18]. In the present study, before the simultaneous use of shoes and medical insoles, the average walking speed was 41.49 m/min, which increased to 45.23 m/min after using shoes with flares and medical

Table 2. Mean spatial and temporal parameters and ground reaction force while walking with unchanged standard shoes and shoes with heel flares with arch support and toe grip

Gait Parameters	Mean±SD		P
	The Altered Shoes	The Standard Shoes	
Step time (s)	1.46±0.18	1.56±0.18	0.008*
Cadence (steps/min)	83.11±9.40	77.85±7.51	0.004*
Stride length (m)	1.08±0.08	1.05±0.12	0.085
Gait speed (m/min)	45.23±6.92	41.49±7.16	0.003*
Standing phase%	0.68±0.02	0.68±0.03	0.565
FY1 vertical force (Newton)	0.99±0.12	1±0.11	0.344
FY2 vertical force (Newton)	0.92±0.11	0.93±0.10	0.186
FY3 vertical force (Newton)	1.01±0.11	1.03±0.12	0.000*
FX1 anterior-posterior force (Newton)	0.13±0.03	0.11±0.02	0.001*
FX2 anterior-posterior force (Newton)	0.12±0.01	0.13±0.02	0.02*
FZ medial-lateral force (Newton)	0.059±0.01	0.055±0.01	0.051

Note: Fy: Vertical forces; Fx: Anterior-posterior forces; Fz: Average lateral forces.

Archives of Rehabilitation

* Significance level at P<0.05

insoles. These results show that using shoes with flares and medical insoles can lead to a more symmetrical gait and a stable walking pattern by increasing walking speed and less step time to improve balance [19] and control the displacement of the center of pressure [20, 21].

A decrease in step length is observed in most older people who have experienced falling [17]. In a study to change the stride length of older people, insoles with arch support were used, and subsequently, an increase in stride length was seen [22]. However, in this study, the stride length change was not significant; it seems that this difference can be attributed to the decrease in the strength of the plantar flexor muscles of the foot or the flexor muscles of the fingers as a factor in lifting the toes while walking is due to the application of two changes, the toe grip bar and heel flare, which has reduced the flexibility of the insole and shoe bottom.

Older people decrease cadence due to speed reduction; among them, older people who experience falling also experience a decrease in cadence while walking [17]. In the present study, in line with the study of Alboim et al., after using modified shoes, we see a significant increase in cadence following an increase in walking speed [23].

Walking stability is closely related to ground reaction force, which changes with age [16]. In the present study, obtaining the peak ground reaction force in three planes showed that the combination of arch support and toe grip bar with shoes with heel flares can affect the ground reaction force parameters.

Factor FX1 is the first peak of anterior-posterior force among the parameters reflecting ground reaction force, which increased significantly after using shoes with flares, a toe grip bar, and arch support. That is, by increasing the speed, the person's forward movement is facilitated, which indicates an increase in confidence in the balance when moving. Hemti et al., in line with the present study, found that changing the angle of the toes in the insoles can lead to an increase in the first peak of the anterior-posterior force and ultimately increase the step and walking speed [24].

Another parameter of the ground reaction force is the FX2 factor, which, after using shoes with flares and insoles with toe grip bar and arch support, found a significant decrease and made older people experience a better ability to move forward along with increasing walking speed and improving balance.

Another parameter to be evaluated is FY3. It is the vertical force of the push-off peak during the gait cycle in people with less stability. It means either the walking speed is reduced or the function of the muscles responsible for pushing the lower limb forward is reduced. In the present study, when using modified shoes, we see a decrease in this peak, which means that this change reduces the need to compensate for more muscle function in older people and makes walking easier, which indicates an improvement in stability.

One of the important factors in evaluating stability while standing and walking is changes in the center of pressure. In older people who experience falling, the velocity of the center of pressure increases, especially in the anterior-posterior direction [19, 24]. Patton et al. evaluated the impact of insoles on static balance and found that using insoles with arch support increases the speed of the center of pressure and displacement of the center of pressure [25]. On the other hand, Cudejko et al. found that the speed of the center of pressure in both medial-lateral and anterior-posterior directions decreases in wider shoes compared to normal shoes [26]. In the present study, this variable did not increase after using modified shoes, which is a sign of improving static balance. This is because the arch support with the heel flare has given older people's gait a wide support surface and better balance.

One of the limitations of this study was that most of the subjects were women, and there is a possibility that the balance is different in men compared to women. Another limitation was the short time needed to adapt to changes in shoes and check them immediately and properly. It is suggested that the effect of the modified shoe be carried out over a longer period.

Conclusion

The use of shoes with a heel flare with arch support and a toe grip bar, in addition to increasing balance, will reduce falls and improve the parameters of step time and gait speed to facilitate movements in older people.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the ethics committee of Isfahan University of Medical Sciences with the ethical code IR.MUI. RESEARCH.REC.1400.062.

Funding

The article was extracted from a master's thesis, funded by Isfahan University of Medical Sciences (Grant No.: 399988).

Authors' contributions

Conceptualization and Supervision: Alireza Taheri and Mohammad Taghi Karimi; Methodology and data analysis: Alireza Taheri and Zahra Khajooei; Investigation, writing original draft, and review & editing: All authors; Data collection: Zahra Khajooei; Resources: Alireza Taheri, Mohammad Taghi Karimi, and Zahra Khajooei.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors would like to thank the staff and management of the Musculoskeletal Research Center of the Faculty of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, and all participants for their cooperation and support

This Page Intentionally Left Blank

مقاله پژوهشی

تأثیر فوری کفی دارای گریپ بار انگشتان و ساپورت قوس همراه با فلیر جانبی پاشنه کفش بر ثبات استاتیک و داینامیک در سالمندان با مشکلات تعادلی

زهرا خواجویی‌نژاد[۱]، *علیرضا طاهری[۱]، محمدتقی کریمی[۲]

۱. گروه ارتوز و پروتز، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.
۲. گروه ارتوز و پروتز، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران.

Use your device to scan and read the article online

Citation Khajooei Z, Taheri A, Karimi MT. [The Immediate Effect of Insoles With Toe Grip Bar and Arch Support With Lateral Heel Flare on Static and Dynamic Stability in Older People With Balance Problems (Persian)]. Archives of Rehabilitation. 2025; 25(4):790-803. https://doi.org/10.32598/RJ.25.4.3212.7

https://doi.org/10.32598/RJ.25.4.3212.7

چکیده

هدف باتوجه به افزایش جمعیت سالمندی و افزایش شیوع زمین خوردن و کاهش تعادل در سالمندان استفاده از کفی طبی و کفش یکی از روش‌های رایج و کم‌هزینه برای بهبود تعادل در این افراد می‌باشد. هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر استفاده از یک رویکرد ترکیبی از مداخلات کفش و کفی که شامل کفش دارای فلیر جانبی پاشنه همراه با کفی دارای ساپورت قوس و گریپ بار انگشتان بر پارامترهای تعادل استاتیک و دینامیک افراد سالمند با مشکلات تعادلی می‌باشد.

روش بررسی این مطالعه شبه‌آزمایشی از نوع قبل و بعد است که بر روی ۱۵ سالمند واجد شرایط با سابقه زمین خوردن در ۶ ماه گذشته (میانگین سنی ۳/۹۴±۷۰ سال) انجام شد. در این مطالعه از کفی نیمه‌سخت EVA استفاده شد. تست‌های ثبات راه رفتن و ایستادن در دو وضعیت یکی کفش استاندارد بدون تغییر و دیگری کفش دارای فلیرجانبی پاشنه همراه باکفی دارای ساپورت قوس و گریپ بار بر روی آزمودنی‌ها انجام شد. از سیستم تحلیل راه رفتن به‌منظور ثبت پارامترهای زمانی و مکانی راه رفتن و سنجش تعادل استفاده شد.

یافته‌ها استفاده از کفش دارای فلیرپاشنه همراه با کفی دارای ساپورت قوس و گریپ بار در مقایسه با کفش استاندارد سبب افزایش سرعت راه رفتن (P=۰/۰۰۳)و کدنس (P=۰/۰۰۴) شد و زمان گام (P=۰/۰۰۸)کاهش معنی‌داری پیداکرد. حرکت مرکز فشار در جهت داخلی–خارجی در حالت ایستاده هنگام استفاده از کفش اصلاح‌شده در مقایسه با کفش استاندارد بدون تغییر به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (P=۰/۰۰۱). نیروی پیش‌رونده حرکت افزایش و نیروی مقابله‌کننده حرکت کاهش یافت.

نتیجه‌گیری استفاده از کفش دارای فلیرپاشنه همراه با کفی دارای ساپورت قوس و گریپ بار علاوه‌بر افزایش تعادل باعث بهبود پارامترهای زمان گام و سرعت راه رفتن جهت تسهیل حرکات در افراد سالمند شد.

کلیدواژه‌ها سالمندی، راه رفتن، تعادل، کفی طبی، کفش

تاریخ دریافت: ۱۶ مهر ۱۴۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳ تیر ۱۴۰۳
تاریخ انتشار: ۱۲ دی ۱۴۰۳

* **نویسنده مسئول:**
دکتر علیرضا طاهری
نشانی: اصفهان، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، دانشکده علوم توانبخشی، گروه ارتوز و پروتز.
تلفن: ۳۱۸۹۳۷۳ (۹۱۳) ۹۸+
رایانامه: taheri@rehab.mui.ac.ir

Copyright © 2025 The Author(s);
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-By-NC: https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

مقدمه

امروزه سالمندی یکی از مسائل مهم در همه کشورهاست. پیش‌بینی می‌شود جمعیت بالای ۶۰ سال جهان از ۹۰۰ میلیون نفر در سال ۲۰۱۵ به ۲ میلیارد نفر تا سال ۲۰۵۰ افزایش یابد [۱]. زمین خوردن مشکلی است که یک‌سوم جمعیت بالای ۶۵ سال با آن درگیر هستند و حدود ۵۰ درصد از سالمندان بالای ۸۰ سال حداقل سالی ۱ بار زمین خوردن را تجربه می‌کنند و در نتیجه آن به‌دلیل جلوگیری از خطر سقوط و عوارض ناشی از آن سعی می‌کنند فعالیت‌های فیزیکی روزانه خود را کاهش دهند [۲]. عوارض مختلفی ازجمله آسیب‌های فیزیکی (شکستگی‌ها)، کاهش کیفیت زندگی، بستری شدن در بیمارستان، نیاز به مراقبت‌های طولانی‌مدت و هزینه‌های زیاد پزشکی و حتی مرگ درارتباطبا زمین خوردن ذکر شده است [۳، ۴].

افراد عادی برای ایجاد ثبات در هنگام ایستادن سعی بر کنترل مرکز جرم بدن روی یک سطح اتکای ثابت دارند [۵] و در طول راه رفتن، به میزان کمی دچار بی‌ثباتی می‌شوند. در صورتی که این بی‌ثباتی در سالمندان به اندازه‌ای بزرگ می‌شود که باعث زمین خوردن می‌شود [۶].

رویکردهای درمانی مختلفی برای کاهش خطر زمین خوردن و بهبود ثبات در حین راه رفتن استفاده می‌شود [۵]. مداخلات ارتوزی یکی از راه‌های مقابله با زمین خوردن در سالمندان می‌باشد. برخی از انواع مداخلات پا، مانند کفش‌ها و کفی‌های طبی (با گوه‌های داخلی یا جانبی)، گریپ بار انگشتان، ساپورت قوس پا و کفش‌های فناوری‌شده همگی برای بهبود ثبات در افراد سالمند مورد استفاده قرار می‌گیرند [۷-۱۰].

تأثیر این مداخلات به‌طور جداگانه بر ثبات ایستادن و پارامترهای راه رفتن نیز هنوز بحث‌برانگیز است، به‌طوری‌که آبیکو و همکاران پارامترهای راه رفتن فضایی و زمانی در کفی‌های معمولی و کفی‌های توسعه‌یافته با گریپ بار انگشتان را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که اگرچه استفاده از کفی با گریپ بار انگشتان باعث افزایش فعالیت عضلات پا در فازهای ایستا و نوسانی راه رفتن می‌شود اما این تغییرات روی پارامترهای مکانی - زمانی راه رفتن تفاوت معنی‌داری ندارد [۱۱].

همچنین ناکانو و همکاران تأثیر گریپ بار انگشتان بر قدرت گرفتن انگشتان پا و میزان نوسان بدن در زنان سالمند را مورد ارزیابی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که قدرت گرفتن انگشتان و نوسان بدن بعد از استفاده از این نوع کفی بهبود یافت [۱۰].

اعمال ساپورت قوس به تنهایی در کفی از دیگر مداخلات مؤثر بر بهبود تعادل و عملکرد حرکتی اندام تحتانی [۱۲] مطرح است که در صورت استفاده ترکیبی تغییرات در کفی (پد متاتارس همراه با ساپورت قوس و کاپ پاشنه) شاهد بهبودی معنی‌دار در تعادل افراد سالمند هستیم [۱۳]. در ساپورت قوس توجه به ابعاد فیزیکی آن مثل ارتفاع قوس‌های مختلف در کفی از دیگر فاکتورهای مؤثر در تعادل است که به‌طور مستقیم بر میزان جابه‌جایی مرکز حرکت فشار (کاهش مرکز فشار) و کاهش زمین خوردن افراد سالمند تأثیر داشته است [۱۴].

رویکرد دیگر در بهبودی تعادل استفاده کفش تغییریافته همراه با کفی است که منز و همکاران این دو مداخله را بر تعادل ایستایی زنان سالمند سنجیدند و مشاهده کردند که کفش پاشنه بلند باعث کاهش ثبات در ایستادن می‌شود، درحالی‌که کفش با کولار بلند پاشنه همراه با کفی از نوع سخت، ثبات ایستادن را در سالمندان بهبود می‌بخشد [۱۵].

برای ایجاد و افزایش ثبات به‌خصوص در افراد سالمند علاوه‌بر کاهش نوسانات در حال ایستادن و راه رفتن نیاز به کنترل و بهبودی پارامترهای فضایی و زمانی هست. کفی‌های دارای گریپ بار انگشتان به تنهایی، سطح تماس انگشتان را با کفی افزایش می‌دهند ، اما تأثیری بر پارامترهای فضایی و زمانی ندارند. ساپورت قوس به تنهایی باعث کاهش نوسانات مرکز فشار شده و بهبود ثبات را به دنبال دارد. علاوه‌براین برخی از تغییرات در کفش مانند فلیر پاشنه (عریض شدن پاشنه) باعث افزایش سطح اتکا شده و به بهبودی ثبات در سالمند منجر می‌شود.

استفاده از یک مداخله ترکیبی می‌تواند در کل پا تأثیر گذاشته و ثبات بیشتری اعمال کند، به‌طوری‌که یک کفی دارای گریپ بار می‌تواند سبب انعطاف‌پذیری انگشتان شود و به‌دلیل اینکه ناحیه جلوی فوت را درگیر می‌کند در فاز جداشدن پنجه پا زمین (toe-off) راه رفتن مؤثر باشد. ساپورت قوس کف پا سبب بالا بردن قوس طولی داخلی در وسط فوت شده وعلاوه‌بر افزایش ثبات استاتیک در بهبودی فاز میانی راه رفتن نیز نقش ایفا کند. اعمال فلیرخارجی پاشنه در کفش نیز سبب افزایش سطح تماس پا با زمین و افزایش سطح اتکا ودرنتیجه بهبود ثبات شود.

در واقع برای کنترل و بهبود تعادل در هر مرحله از سیکل راه رفتن، یک مداخله در جلو، وسط و عقب پا در نظر گرفته شده است. هدف ما در این مطالعه بررسی تأثیر استفاده هم‌زمان ساپورت قوس و گریپ بار انگشتان همراه با فلیر جانبی پاشنه را بر تعادل و پارامترهای راه رفتن در افراد سالمند با مشکلات تعادلی است.

روش‌ها

این مطالعه شبه‌آزمایشی از نوع قبل و بعد است که بر روی ۱۵ سالمند با سابقه زمین خوردن در ۶ ماه گذشته (۱۳ زن و ۲ مرد) و سن بالای ۶۵ سال (میانگین ۳/۹۴±۷۰) با شاخص توده بدنی (۳/۷۷±۲۹/۶۹) انجام شد. ابتلا به بیماری پارکینسون، بیماری قلبی‌عروقی یا نیاز به کمک‌های سرپایی، ناتوانی در راه

توانبخشی

تصویر ۱. کفی طبی نیمه‌سخت دارای گریپ بار انگشتان و آرک ساپورت

رفتن، سابقه اختلالات عصبی‌عضلانی و اسکلتی‌عضلانی، نوروپاتی محیطی، قطع عضو اندام تحتانی و استفاده از وسایل کمکی هنگام راه رفتن از معیارهای خروج از مطالعه بود.

پس از کسب رضایت آگاهانه از آزمودنی‌ها، ابتدا کفش‌های استاندارد که از جنس چرم با زیره نیمه‌ضخیم از مرکز ساخت کفش طبی در اصفهان تهیه شد. سپس در مرکز ارتوز و پروتز دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، فلیرجانبی در زیر پاشنه کفش با لاستیک سخت و ضخامت ۱ سانتی‌متر و شیب ۲۰ درجه چسبانیده شد (تصویر شماره ۱). بر روی کفی از جنس فوم نیمه‌سخت EVA ، گریپ بار با ساختاری محدب‌شکل که در قسمت مرکزی فالانکس پروگزیمال انگشتان اول تا پنجم تعبیه شد. درنهایت ساپورت قوس پا در ناحیه مید فوت با ایجاد یک برجستگی با ارتفاع ۱/۷۵ سانتی‌متر روی کفی اعمال شد (تصویر شماره ۲).

اندازه‌گیری حرکات حین راه رفتن در مرکز تحقیقات اسکلتی‌عضلانی توسط سیستم ثبت حرکت (فرکانس ۲۰۰ هرتز) ۱ بار با کفش استاندارد بدون تغییر و سپس در همان جلسه با کفش تغییریافته (فلیر جانبی پاشنه همراه با کفی دارای ساپورت قوس و گریپ بار) انجام شد. برای تطبیق و عادت به کفش موردنظر فرد سالمند به‌مدت ۱۰ دقیقه قبل از ثبت و ارزیابی دستگاه اقدام به راه رفتن در محیط آزمایشگاه کرد.

قبل از شروع تست‌گیری، ۴۱ مارکر با قطر ۱۴ میلی‌متر در دو اندام در محل ایلیاک فوقانی قدامی[1]، ستون فقرات ایلیاک فوقانی خلفی[2]، قوزک‌ها، طرفین مفصل زانو، خلف پاشنه، مفصل

1. Anterior Superior Iliac (ASIS)
2. Posterior Superior Iliac (PSIS)

توانبخشی

تصویر ۲. کفش با فلیرخارجی پاشنه

آکرومیوکلاویکولار، کوندیل خارجی هومروس، زایده استیلوئید رادیوس و سر متاتارس اول و پنجم و همچنین زائده خاری مهره هفتم گردنی نصب شد. همچنین یک پد ۴ مارکری نیز با استفاده از تسمه قابل کشش روی سطح قدامی–خارجی ساق پا و ران چسبانده شد.

ارزیابی ثبات استاتیک توسط صفحه نیرو (ابعاد ۶۰×۵۰ سانتی‌متر و فرکانس ۱۰۰۰ هرتز از شرکت کستلر) انجام شد. فرد سالمند در این ارزیابی به‌مدت ۱ دقیقه روی صفحه نیرو درحالی‌که بازوها در کنار بدن بوده و به جلو نگاه کنند می‌ایستد. سپس ارزیابی ثبات داینامیک آزمودنی‌ها با راه رفتن با سرعتی انتخابی در یک مسیر ۸ متری در آزمایشگاه به‌طوری‌که پای فرد روی صفحه نیرو قرار بگیرد توسط ۷ دوربین توسط سیستم ثبت و تحلیل حرکت (فرکانس ۲۰۰ هرتز) انجام شد.

برای تطبیق و عادت به کفش موردنظر، فرد سالمند به‌مدت ۱۰ دقیقه قبل از ثبت و ارزیابی دستگاه اقدام به راه رفتن در محیط آزمایشگاه کرد. هر دو آزمون در وضعیت استاتیک و داینامیک یکبار با کفش استاندارد بدون تغییر و سپس در همان جلسه با کفش تغییریافته (فلیر جانبی پاشنه همراه با کفی دارای ساپورت قوس و گریپ بار) انجام شد. هر آزمون ۵ بار تکرار شد. برای جلوگیری از خستگی سالمند، ۵ دقیقه استراحت بین هر آزمایش در نظر گرفته شد.

ثبات در حالت ایستاده با پارامترهایی شامل جابه‌جایی، سرعت، نوسان و انحراف‌معیار مرکز فشار در جهت داخلی–خارجی و قدامی–خلفی اندازه‌گیری شد. ثبات در حالت راه رفتن با متغیرهای سرعت راه رفتن، کدنس، طول گام و درصد فاز ایستادن [۱۶] ثبت شد. پارامترهای نیروی عکس‌العمل زمین

جدول ۱. میانگین پارامترهای ثبات استاتیک با کفش استاندارد بدون تغییر و کفش دارای فلیر جانبی پاشنه همراه با کفی دارای ساپورت قوس و گریپ بار انگشتان

پارامترهای تعادل	میانگین±انحراف معیار		P
	استفاده از کفش تغییریافته	کفش استاندارد بدون تغییر	
جابه‌جایی مرکز فشار در صفحه قدامی–خلفی (میلی‌متر)	۱۰۰۴/۹۳±۳۶۲/۵	۹۹۰/۳۶±۳۳۱/۳	۰/۷۵۵
جابه‌جایی مرکز فشار در صفحه داخلی–خارجی (میلی‌متر)	۹۲۰/۹۳±۲۵۶/۰	۹۰۵/۳۸±۲۷۲/۱	۰/۶۷۹
سرعت مرکز فشار در صفحه قدامی–خلفی (متر بر دقیقه)	۲۵/۱۲±۹/۰۶	۲۴/۷۵±۸/۲۸	۰/۷۵۵
سرعت مرکز فشار در صفحه داخلی–خارجی (متر بر دقیقه)	۲۳/۰۲±۶/۴۰	۲۲/۶۳±۶/۸۰	۰/۶۷۹
نوسان مرکز فشار در صفحه قدامی–خلفی (میلی‌متر)	۳۴/۶۴±۲۶/۵۷	۲۷/۱۴±۲۵/۳۲	۰/۰۵۹
نوسان مرکز فشار در صفحه داخلی–خارجی (میلی‌متر)	۴۴/۶۷±۱۵/۳۶	۴۷/۳۶±۱۲/۹۲	۰/۰۰۱*

*P≤۰/۰۰۱

توانبخشی

شامل نیروهای عمودی[3](Fy)، نیروهای قدامی–خلفی[4] (Fx) و متوسط نیروهای جانبی[5] (Fz) نیز اندازه‌گیری شد [۱۷].

آنالیزهای آماری توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ در سطح معنی‌داری در مقدار P<۰/۰۵ انجام شد. تمام پارامترها با استفاده از آزمون شاپیرو ویلک[6] انجام شد. ازاین‌رو، از تحلیل آماری پارامتریک برای ارزیابی تفاوت بین مقادیر میانگین و از آزمون تی زوجی[7] برای تعیین تفاوت بین پارامترهای مربوط به ثبات در حالت ایستادن و راه رفتن در فازهای مختلف استفاده شد.

یافته‌ها

از ۱۵ فرد سالمند موردمطالعه ۱۳خانم و ۲ نفر آقا بودند که همگی بالای ۶۵ سال و با میانگین ۳/۹۴±۷۰، قد با میانگین ۰/۰۹±۱۵۹ و شاخص توده بدنی با میانگین ۳/۷۷±۲۹/۶۹ بود.

نوسانات مرکز فشار در جهت داخلی–خارجی در کفش استاندارد بدون تغییر و کفش دارای فلیر جانبی پاشنه همراه با کفی دارای ساپورت قوس و گریپ بار انگشتان برای بررسی ثبات استاتیک به‌ترتیب ۱۲/۹۲±۳۶/۴۷ و ۱۵/۳۶±۴۴/۶۷ میلی‌متر بود. هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری بین کفش استاندارد و کفش تغییریافته در طول گام، سرعت و حرکت مرکز فشار در صفحات قدامی–خلفی و داخلی–خارجی مشاهده نشد (جدول شماره ۱).

متغیرهای زمان گام و سرعت راه رفتن افراد برای اندازه‌گیری ثبات داینامیک استفاده شد. کفش تغییریافته نسبت به کفش استاندارد بدون تغییر، افزایش معنی‌داری هم برای زمان گام (P≤۰/۰۰۸)و هم سرعت راه رفتن (P≤۰/۰۰۳) داشت. میانگین زمان گام با کفش استاندارد بدون تغییر و استفاده از کفش تغییریافته به‌ترتیب ۰/۱۸±۱/۵۶ و ۰/۱۸±۱/۴۶ ثانیه بود. هیچ تفاوت معنی‌داری در طول گام (P≤۰/۰۸۵) و درصد فاز ایستادن (P≤۰/۵۶) مشاهده نشد.

پارامترهای نیروی عکس‌العمل زمین نیز در این مطالعه ارزیابی شدند. فاکتور FX1 با هدف ایجاد نیروی پیش‌رونده به سمت جلو، بعد از استفاده از کفش تغییریافته افزایش معنی‌دار نسبت به کفش استاندارد بدون تغییر پیدا کرد (P≤۰/۰۰۱). در مقابل پارامتر به‌عنوان FX2 نیروی مقابله‌کننده حرکت ، بعد از استفاده از کفش تغییریافته کاهش معنی‌دار یافت (P≤۰/۰۲). فاکتور FY3 نیز بعد از استفاده از کفی طبی و کفش کاهش معنی‌دار (P≤۰/۰۰۰) یافت (جدول شماره ۲).

بحث

تعادل یک فرایند مهم و پیچیده است که از دریافت اطلاعات مربوط به وضعیت و حرکات بدن و هماهنگی اجزای حرکتی برای رسیدن به کنترل بدن حین راه رفتن و ایستادن به دست می‌آید. زمین خوردن و عدم تعادل یکی از مشکلات رایج دوران سالمندی است که شایسته است براساس اصول بیومکانیکی هرگونه مقاومت معنی‌دار در متغیرهای تعادلی در افراد سالمند مورد توجه خاص قرار گیرد.

نتایج حاصل از مقایسه دو وضعیت کفش استاندارد بدون هیچ‌گونه تغییر با کفش تغییریافته حاکی از تغییرات تعادلی معنی‌دار است. بنابراین ترکیب مداخلات با رعایت اصول بیومکانیکی می‌تواند به‌عنوان یک رویکرد درمانی مورد توجه قرار

3. Including Vertical Forces (Fy)
4. Anterior-Posterior Forces (Fx)
5. And Average Lateral Forces (Fz)
6. Shapiro-Wilk
7. Paired sample t test

جدول ۲. میانگین پارامترهای مکانی و زمانی و نیروی عکس‌العمل زمین در راه رفتن با کفش استاندارد بدون تغییر و کفش دارای فلیر جانبی پاشنه همراه با کفی دارای ساپورت قوس و گریپ بار انگشتان

پارامترهای راه رفتن	میانگین±انحراف‌معیار		P
	استفاده از کفش تغییریافته	کفش استاندارد بدون تغییر	
زمان گام (ثانیه)	۱/۴۶±۰/۱۸	۱/۵۶±۰/۱۸	۰/۰۰۸*
کدنس (تعداد گام در دقیقه)	۸۳/۱۱±۹/۴۰	۷۷/۸۵±۷/۵۱	۰/۰۰۴*
طول گام (متر)	۱/۰۸±۰/۰۸	۱/۰۵±۰/۱۲	۰/۰۸۵
سرعت راه رفتن (متر بر دقیقه)	۴۵/۲۳±۶/۹۲	۴۱/۴۹±۷/۱۶	۰/۰۰۳*
در صد فاز ایستادن	۰/۶۸±۰/۰۲	۰/۶۸±۰/۰۳	۰/۵۶۵
نیروی عمودی (FY1) (نیوتن)	۰/۹۹±۰/۱۲	۱±۰/۱۱	۰/۳۴۴
نیروی عمودی (FY2) (نیوتن)	۰/۹۲±۰/۱۱	۰/۹۳±۰/۱۰	۰/۱۸۶
نیروی عمودی (FY3) (نیوتن)	۱/۰۱±۰/۱۱	۱۰/۰۳±۰/۱۲	۰/۰۰۰*
نیروی قدامی- خلفی (FX1) (نیوتن)	۰/۱۳±۰/۰۳	۰/۱۱±۰/۰۲	۰/۰۰۱*
نیروی قدامی- خلفی (FX2) (نیوتن)	۰/۱۲±۰/۰۱	۰/۱۳±۰/۰۲	۰/۰۲*
نیروی داخلی – خارجی (FZ) (نیوتن)	۰/۰۵۹±۰/۰۱	۰/۰۵۵±۰/۰۱	۰/۰۵۱

* سطح معنی‌داری P<۰/۰۵

توانبخشی

گیرد. تغییرات و اصلاحات اعمال‌شده در کفش و کفی طبی این قابلیت را دارند که پارامترهای تعادل و کینماتیک افراد را تا حد زیادی به سطح طبیعی نزدیک کند. توجه به تغییرات پارامترهای زمانی و مکانی راه رفتن با مداخلات و اصلاحات ساده در قسمت جلو، وسط و عقب پا هر کدام در فاز ایستا و پویا راه رفتن مؤثر بوده و توانسته تعادل و متعاقب آن کاهش میزان زمین خوردن افراد سالمند را به دنبال داشته باشد که در مطالعه حاضر به آن پرداخته شده است.

سرعت راه رفتن به‌عنوان یک پارامتر مهم در تعادل محسوب می‌شود که به‌طور معمول از ابتدای سنین سالمندی به بعد کاهش می‌یابد [۱۶] و این سرعت کم یک پیش‌بین قوی و نشانه اولیه برای پیامدهای نامطلوبی مانند زمین خوردن است [۱۷، ۱۸]. در مطالعه حاضر قبل از استفاده همزمان از کفش و کفی طبی متوسط سرعت راه رفتن ۴۱/۴۹ متر بر دقیقه بود که بعد از استفاده از کفش دارای فلیر و کفی طبی به ۴۵/۲۳ متر بر دقیقه افزایش یافت. این نتایج نشان می‌دهد استفاده از کفش دارای فلیر و کفی طبی می‌تواند از طریق افزایش سرعت راه رفتن و زمان گام کمتر به یک راه رفتن متقارن‌تر و الگوی راه رفتن پایدار با هدف بهبود تعادل [۱۹] و کنترل جابه‌جایی مرکز فشار منجر شود [۲۰، ۲۱].

در اغلب افراد سالمند با تجربه زمین خوردن، کاهش طول گام مشاهده می‌شود [۱۷]. در مطالعه‌ای به‌منظور تغییر طول گام افراد سالمند از کفی با حمایت‌کننده قوس پا استفاده شد و متعاقب آن افزایش طول گام دیده شد [۲۲]، اما در مطالعه حاضر تغییر طول گام معنی‌دار نبود. به نظر می‌رسد این تفاوت می‌تواند به‌دلیل کاهش قدرت عضلات پلانتارفلکسور پا و یا عضلات فلکسور انگشتان به‌عنوان عامل بلند شدن روی انگشتان حین راه رفتن به‌علت اعمال دو تغییر یعنی گریپ بار و فلیر پاشنه کفش باشد که انعطاف کفی و تخت کفش را کمتر کرده است.

سالمندان به‌دنبال کاهش سرعت با کاهش کدنس نیز مواجه می‌شوند و در این میان افراد سالمند با تجربه زمین خوردن نیز کاهش کدنس در راه رفتن را تجربه می‌کنند [۱۷]. در مطالعه حاضر نیز همسو با مطالعه البویم و همکاران پس از استفاده از کفش تغییریافته، شاهد افزایش معنی‌دار کدنس به دنبال افزایش سرعت راه رفتن هستیم [۲۳].

ثبات در راه رفتن در ارتباط نزدیک با نیروی عکس‌العمل زمین است که این متغیر با افزایش سن دچار تغییر می‌شود [۱۶]. در مطالعه حاضر نیز با به دست آمدن میزان قله نیروی عکس‌العمل زمین در سه صفحه مشاهده شد که ترکیب ساپورت قوس و گریپ بار در کفی همراه با کفش فلیردار جانبی پاشنه می‌تواند بر پارامترهای نیروی عکس‌العمل زمین تأثیر بگذارد.

فاکتور FX1 به‌عنوان اولین قله نیروی قدامی-خلفی از جمله پارامترهای منعکس‌کننده نیروی عکس‌العمل زمین بعد از استفاده از کفش دارای فلیر و کفی دارای گریپ بار و ساپورت قوس پا افزایش معنی‌دار پیدا کرد. یعنی با افزایش سرعت، حرکت رو به جلوی فرد تسهیل شده که این حاکی از افزایش اطمینان در تعادل هنگام حرکت است. همتی و همکاران همسو با مطالعه ما دریافتند که تغییر زاویه انگشتان پا در کفی می‌تواند به افزایش اولین قله نیروی قدامی-خلفی منجر شود و درنهایت افزایش گام و سرعت راه رفتن به دنبال داشته باشد [۲۴].

از دیگر پارامترهای نیروی عکس‌العمل زمین فاکتور FX2 است که بعد از استفاده ازکفش دارای فلیر و کفی دارای گریپ بار و ساپورت قوس کاهش معنی‌دار پیدا کرد و باعث شد فرد سالمند توانایی حرکت رو به جلوی بهتری را درکنار افزایش سرعت راه رفتن و بهبود تعادل تجربه کند.

در مطالعه حاضر پس از استفاده از کفش تغییریافته این متغیر افزایش نیافت که این نشانی از بهبود تعادل ایستا است. این بدین علت است که ساپورت قوس همراه با فلیر تعبیه‌شده در پاشنه کفش باعث شد فرد سالمند با سطح اتکای وسیع راه برود و تعادل بهتری داشته باشد.

نتیجه‌گیری

استفاده از کفش دارای فلیرپاشنه همراه با کفی دارای ساپورت قوس و گریپ بار علاوه‌بر افزایش تعادل که کاهش زمین خوردن را به دنبال خواهد داشت باعث بهبود پارامترهای زمان گام و سرعت راه رفتن جهت تسهیل حرکات در افراد سالمند شد.

ازجمله محدودیت‌های این مطالعه، خانم بودن اکثر آزمودنی‌ها بود و احتمال اینکه تعادل در مردان نسبت به زنان متفاوت باشد وجود دارد. همچنین کم بودن زمان برای انطباق مناسب با تغییرات در کفش و بررسی فوری آن از دیگر محدودیت‌ها بود. بنابراین پیشنهاد می‌شود تأثیر کفش تغییریافته در بازه زمانی طولانی‌تر انجام شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مطالعه در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی اصفهان با کد اخلاق IR.MUI. RESEARCH.REC.1400.062 تأیید شده است.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه ارتز و پروتز، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان است و با حمایت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان (شماره ۳۹۹۹۸۸) انجام شد.

مشارکت نویسندگان

مفهوم‌پردازی و نظارت: علیرضا طاهری و محمدتقی کریمی؛ روش اجرا و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها: علیرضا طاهری و زهرا خواجویی؛ گردآوری اطلاعات: زهرا خواجویی؛ منابع: علیرضا طاهری، محمدتقی کریمی و زهرا خواجویی؛ پیش‌نویس اصلی و نگارش-بررسی و ویرایش: همه نویسندگان.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از همکاری و حمایت کارکنان و مدیریت مرکز تحقیقات اسکلتی عضلانی دانشکده علوم توانبخشیدانشگاه علوم پزشکی اصفهان و کلیه شرکت کنندگان تشکر می‌کنند.

References

[1] Jellema AH, Huysmans T, Hartholt K, van der Cammen TJM. Shoe design for older adults: Evidence from a systematic review on the elements of optimal footwear. Maturitas. 2019; 127:64-81. [DOI:10.1016/j.maturitas.2019.06.002] [PMID]

[2] Ang GC, Low SL, How CH. Approach to falls among the elderly in the community. Singapore Medical Journal. 2020; 61(3):116-21. [DOI:10.11622/smedj.2020029] [PMID]

[3] Aboutorabi A, Arazpour M, Bahramizadeh M, Farahmand F, Fadayevatan R. Effect of vibration on postural control and gait of elderly subjects: A systematic review. Aging Clinical and Experimental Research. 2018; 30(70):713-26. [DOI:10.1007/s40520-017-0831-7] [PMID]

[4] Pasquetti P, Apicella L, Mangone G. Pathogenesis and treatment of falls in elderly. Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism. 2014; 11(3):222-5. [PMID]

[5] Galvão TS, Magalhães Júnior ES, Orsini Neves MA, de Sá Ferreira A. Lower-limb muscle strength, static and dynamic postural stabilities, risk of falling and fear of falling in polio survivors and healthy subjects. Physiotherapy Theory and Practice. 2020; 36(8):899-906. [DOI:10.1080/09593985.2018.1512178] [PMID]

[6] Roos PE, Dingwell JB. Using dynamic walking models to identify factors that contribute to increased risk of falling in older adults. Human Movement Science. 2013; 32(5):984-96. [DOI:10.1016/j.humov.2013.07.001] [PMID]

[7] Aboutorabi A, Bahramizadeh M, Arazpour M, Fadayevatan R, Farahmand F, Curran S, et al. A systematic review of the effect of foot orthoses and shoe characteristics on balance in healthy older subjects. Prosthetics and Orthotics International. 2016; 40(2):170-81. [DOI:10.1177/0309364615588342] [PMID]

[8] Buchecker M, Lindinger S, Pfusterschmied J, Müller E. Effects of age on lower extremity joint kinematics and kinetics during level walking with Masai barefoot technology shoes. European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine. 2013; 49(5):675-86. [PMID]

[9] Menant JC, Steele JR, Menz HB, Munro BJ, Lord SR. Effects of footwear features on balance and stepping in older people. Gerontology. 2008; 54(1):18-23. [DOI:10.1159/000115850] [PMID]

[10] Nakano H, Murata S, Abiko T, Sakamoto M, Matsuo D, Kawaguchi M, et al. Effect of insoles with a toe-grip bar on toe-grip strength and body sway in middle-aged and elderly women. Topics in Geriatric Rehabilitation. 2019; 35(2):125-8. [DOI:10.1097/TGR.0000000000000221]

[11] Abiko T, Murata S, Kai Y, Nakano H, Matsuo D, Kawaguchi M. Differences in electromyographic activities and spatiotemporal gait parameters between general and developed insoles with a toe-grip bar. BioMed Research International. 2020; 6690343. [DOI:10.1155/2020/6690343] [PMID]

[12] Mulford D, Taggart HM, Nivens A, Payrie C. Arch support use for improving balance and reducing pain in older adults. Applied Nursing Research. 2008; 21(3):153-8. [DOI:10.1016/j.apnr.2006.08.006] [PMID]

[13] Ma CZ, Wong DW, Wan AH, Lee WC. Effects of orthopedic insoles on static balance of older adults wearing thick socks. Prosthetics and Orthotics International. 2018; 42(3):357-62. [DOI:10.1177/0309364617752982] [PMID]

[14] Liu YT, Yang SW, Liu KT. Efficacy of different insole designs on fall prevention of the elderly. Paper presented at: 29th International Symposium of Automation and Robotics in Construction. 26 Jun 2012; Eindhoven, Netherlands. [DOI:10.22260/ISARC2012/0067]

[15] Menz HB, Auhl M, Munteanu SE. Preliminary evaluation of prototype footwear and insoles to optimise balance and gait in older people. BMC Geriatrics. 2017; 17(1):212. [DOI:10.1186/s12877-017-0613-2] [PMID]

[16] Hollman JH, Brey RH, Bang TJ, Kaufman KR. Does walking in a virtual environment induce unstable gait?: An examination of vertical ground reaction forces. Gait & Posture. 2007; 26(2):289-94. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2006.09.075] [PMID]

[17] Thaler-Kall K, Peters A, Thorand B, Grill E, Autenrieth CS, Horsch A, et al. Description of spatio-temporal gait parameters in elderly people and their association with history of falls: Results of the population-based cross-sectional KORA-Age study. BMC Geriatrics. 2015; 15:32. [DOI:10.1186/s12877-015-0032-1] [PMID]

[18] Kyrdalen IL, Thingstad P, Sandvik L, Ormstad H. Associations between gait speed and well-known fall risk factors among community-dwelling older adults. Physiotherapy Research International. 2019; 24(1):e1743. [DOI:10.1002/pri.1743] [PMID]

[19] Huijben B, van Schooten KS, van Dieën JH, Pijnappels M. The effect of walking speed on quality of gait in older adults. Gait & Posture. 2018; 65:112-6. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2018.07.004] [PMID]

[20] Sobhani S, Sinaei E, Motealleh A, Hooshyar F, Kashkooli NS, Yoosefinejad AK. Combined effects of whole body vibration and unstable shoes on balance measures in older adults: A randomized clinical trial. Archives of Gerontology and Geriatrics. 2018; 78:30-7. [DOI:10.1016/j.archger.2018.05.016] [PMID]

[21] Lipsitz LA, Lough M, Niemi J, Travison T, Howlett H, Manor B. A shoe insole delivering subsensory vibratory noise improves balance and gait in healthy elderly people. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2015; 96(3):432-9. [DOI:10.1016/j.apmr.2014.10.004] [PMID]

[22] Peng HT, Lin CH, Kuo YC, Song CY. Effects of arch support insoles on single-and dual-task gait performance among community-dwelling older adults. Clinical Interventions in Aging. 2020; 15:1325-32. [DOI:10.2147/CIA.S254474] [PMID]

[23] Elboim-Gabyzon M, Rotchild S. Spatial and temporal gait characteristics of elderly individuals during backward and forward walking with shoes and barefoot. Gait & Posture. 2017; 52:363-6. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2016.12.007] [PMID]

[24] 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. Journal of Foot and Ankle Research. 2014; 7(Suppl 1):A17. [DOI:10.1186/1757-1146-7-S1-A17]

[25] Paton J, Glasser S, Collings R, Marsden J. Getting the right balance: Insole design alters the static balance of people with diabetes and neuropathy. Journal of Foot and Ankle Research. 2016; 9:40. [DOI:10.1186/s13047-016-0172-3] [PMID]

[26] Cudejko T, Gardiner J, Akpan A, D'Août K. Minimal shoes improve stability and mobility in persons with a history of falls. Scientific Reports. 2020; 10(1):21755. [DOI:10.1038/s41598-020-78862-6] [PMID]