Journal of
Sport Biomechanics

December 2018. Vol 4. Issue 3

Research Paper

The Effect of Locally Produced Unstable Shoes on Foot Plantar Pressure During Walking Among Healthy Male Students

Siavash Etemadi Nejad[1], *Saed Ahmadi Ganjeh[1], Jamshid Yazdani Charati[2], Esmail Hoseini Nejad[3]

1. Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran.
2. Department of Epidemiology & Biostatistics, School of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran.
3. Department of Sports Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation: Etemadi Nejad S, Ahmadi Ganjeh S, Yazdani Charati J, Hoseini Nejad E. [The Effect of Unstable Shoe on Shoe Sole Pressure During Walking Among Healthy Male Students (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2018; 4(3):52-61. https://doi.org/10.32598/biomechanics.4.3.52

https://doi.org/10.32598/biomechanics.4.3.52

CC BY NC

Article Info:
Received: 10 Sep 2018
Accepted: 02 Nov 2018
Available Online: 01 Dec 2018

Keywords:
Walking, Foot biomechanics, Unstable shoes

ABSTRACT

Objective: Today, various shoes have been developed to reduce injury and improve performance during walking. The aim of this study was to evaluate the effect of locally produced unstable shoes on foot plantar pressure during walking in healthy male students.

Methods: Participants were 20 healthy male students (Mean±SD of height=178.96±3.92 cm, Mean±SD of age=27±3 years, Mean±SD of mass=73.99±6.6 kg and EU shoe size=42). They were evaluated under four wearing conditions: Locally produced unstable shoes, unstable shoes produced abroad, regular control shoes, and barefoot. The maximum foot plantar pressure was measured in ten plantar areas by a footscan system while walking. The generalized linear model and repeated measures Analysis of Variance (ANOVA) and/or Friedman test at a significance level of 0.05 (P<0.05) were used for analyzing data using SPSS V. 23 software.

Results: Maximum foot plantar pressure during walking under four different conditions was significantly different only in three plantar regions of hallux, lesser digits, and metatarsal 5 (P<0.05).

Conclusion: Suggest the inefficiency of unstable shoes manufactured in Iran in adjusting the plantar pressure in individuals.

Extended Abstract

1. Introduction

Walking is a perfectly coordinated and complex activity performed in collaboration with the musculoskeletal and nervous systems. The mechanical behavior of these organs has been well identified and analyzed. Such data have been gained by a better understanding of motor organs and relying on sensitive measurement equipment [1]. Various methods have been used to reduce foot pressure during gait, including wearing shoes, insole, and socks, as well as using surgical procedures and injections [2]. Foot orthoses compensate foot pressure to some extent; however, the biomechanical impact of such tools is unclear [3].

Although prior research has investigated unstable shoe effects, the productivity of such footwear remains unaddressed. Furthermore, unstable shows produced locally are widely available in shoe stores; however, their efficacy and biological impact, compared to those made by foreign

* *Corresponding Author:*
Saed Ahmadi Ganjeh, Msc.
Address: Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran.
Tel: +98 (917) 1450095
E-mail: saedahmadi1364@gmail.com

countries, have been overlooked. There is no consensus on the biomechanical effects of these shoes on the body. This study examined the effect of locally produced unstable shoes on foot plantar pressure. To this aim, the maximum pressure in ten plantar regions (hallux, lesser digits, 1-5 metatarsals, midfoot, medial, and lateral heels) were considered between different conditions in terms of foot coverage while walking. We aimed to explore the effect of locally produced shoes on foot plantar pressure variables during walking, compared to those produced abroad, conventional shoes, and bare feet condition in healthy people.

2. Participants and Methods

In total, 20 subjects were selected among healthy right-footed male students. For evaluating the plantar arch, the navicular drop was measured using the common method [10]. Accordingly, the difference in navicular height between standing and sitting positions were measured and a range of 5-9 mm was considered as normal [10]. To measure the knee varus, the subject stood with lower body naked, knees in full extension, ankles stuck together, and the patella toward the anterior direction. Then, the distance between the two inner epicondylitis of the knee was measured; values <2 cm were considered as natural [9]. To measure the knee valgus, the Tibial Mechanical Anatomical (TMA) angles of 6-9° perpendicular to the axis were considered normal [11]. To avoid immediate effects, before applying walking conditions with different shoes, the study subjects randomly wore the shoes for 20 minutes and began walking on the lab ground.

The walking route was considered about 15 m and the subjects started walking from an 8-m distance from the foot plantar pressure gauge for 3 attempts. The average value of these three attempts was recorded as the subject's rate on walking test under all 4 footwear conditions (locally produced unstable shoes, unstable shoes produced abroad, normal control shoes, and bare feet). The study subjects randomly performed walking test protocols; then, the obtained data were measured and normalized for each subject. A foot scan system (RS-scan, Belgium) with a sampling frequency of 250 Hz and a size of 1×0.4 m was used for measuring variables related to foot plantar pressure.

3. Results

Variables related to foot plantar pressure, including the surface area of the regions as well as forces applied to it, were combined and analyzed (Table 1).

4. Discussion

The obtained results suggested that the maximum foot plantar pressure on the regions of 1-4 metatarsals, midfoot,

Table 1. Mean±SD values of maximum pressure applied to 10 plantar regions under 4 different conditions during gait

Variables	Test Conditions			
	Mean±SD			
	Bare Feet	Normal Shoes	Unstable Shoes Produced Abroad	Unstable Shoes Produced Locally
Maximum pressure on hallux	6.074±3.379	5.789±4.913	5.074±2.880**	0.357±0.022**
Maximum pressure on lesser digits	5.398±5.484*	6.368±4.201	7.281±0.305	11.661±9.642*
Maximum pressure on metatarsal 1	6.638±1.019	6.119±1.531	5.843±1.673	6.528±3.834
Maximum pressure on metatarsal 2	10.793±9.622	8.619±6.931	6.735±1.976	7.622±2.458
Maximum pressure on metatarsal 3	10.531±6.345	8.660±5.079	7.375±2.341	8.898±3.338
Maximum pressure on metatarsal 4	8.420±4.087	7.507±2.297	6.517±3.349	20.663±7.530
Maximum pressure on metatarsal 5	5.550±1.991*	6.678±1.299	6.952±1.827	8.175±2.376*
Maximum pressure on midfoot	4.225±1.878	4.384±2.292	5.007±0.797	5.208±1.701
Maximum pressure on the medial heel	6.969±2.600	5.492±2.398	5.621±2.002	6.441±3.666
Maximum pressure on the lateral heel	6.126±1.618	5.722±2.200	5.065±2.288	5.183±2.515

Journal of
Sport Biomechanics

* Significant difference between two conditions of walking with unstable shoes produced locally and with bare feet (P<0.05).
** Significant difference between two conditions of walking with unstable shoes produced locally and abroad (P<0.05).

medial, and lateral heels did not depend on the footwear type during gait. Maximum foot plantar pressure on hallux while walking with the foreign-made unstable shoes significantly reduced, compared to the locally-produced ones. There was no significant difference between other investigated conditions.

Maximum foot plantar pressure on lesser digits while walking with the locally-made unstable shoes significantly increased, compared to bare feet condition; however, there was no significant difference between other explored conditions. Maximum foot plantar pressure on metatarsal 5 while walking with the locally-made unstable shoes also significantly increased, compared to walking with bare feet. However, no significant difference was detected between other study conditions.

There were significant changes under different footwear conditions in hallux, lesser digits, and metatarsal 5 regions. The pressure difference in these plantar regions could belong to the rigidity and low adsorption properties of unstable shoes. These abnormal pressures could harm the foot sole over time. Our achieved results are consistent with those of Stewart et al. [5] but against those of Kavros et al. [14, 15].

5. Conclusion

Locally-made unstable shoes significantly increased maximum pressure on lesser digits and metatarsal 5 regions, compared to bare feet condition as well as on hallux, compared to foreign-made unstable shoes. This finding indicates that these locally produced unstable shoes not only were unable to decrease the pressure on lesser digits and metatarsal 5 regions but also increased it. This highlights the inefficiency of unstable shoes manufactured in Iran in adjusting the plantar pressure in individuals.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

A written informed consent was obtained from all participants and they were informed of the study objectives and methods.

Funding

This study was extracted from a thesis conducted in collaboration with the Department of Occupational Health and the Department of Ergonomics of the School of Public Health in Sari and the Health Assessment and Monitoring Center of the University of Mazandaran.

Authors' contributions

Conceptualization: Saed Ahmadi Ganjeh and Seyed Esmail Hoseini Nejad; investigation: Siavash Etemadi Nejad, Saed Ahmadi Ganjeh, and Jamshid Yazdani Charati; Review & Editing: Saed Ahmadi Ganjeh

Conflicts of interest

The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgements

The authors would like to thank the Health Assessment and Monitoring Center of the University of Mazandaran for their valuable cooperation.

تأثیر کفش ناپایدار بر فشار کف زیرین کفش هنگام راه‌رفتن در دانشجویان پسر سالم

سیاوش اعتمادی‌نژاد[۱]، *ساعد احمدی گنجه[۱]، جمشید یزدانی چراتی[۲]، سید اسماعیل حسینی‌نژاد[۳]

۱. گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مازندران، ساری، ایران.
۲. گروه آمار زیستی و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مازندران، ساری، ایران.
۳. گروه بیومکانیک ورزشی و رفتار حرکتی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.

اطلاعات مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۹ شهریور ۱۳۹۷
تاریخ پذیرش: ۱۱ آبان ۱۳۹۷
تاریخ انتشار: ۱۰ آذر ۱۳۹۷

چکیده

هدف مطالعه حاضر با هدف ارزیابی تأثیر کفش ناپایدار بر فشار کف زیرین کفش هنگام راه‌رفتن در دانشجویان پسر سالم با کفش‌هایی با شکل هندسی متفاوت انجام شد. امروزه کفش‌های مختلفی جهت ارتقای پارامترهای عملکردی برای راه‌رفتن تولید شده است.

روش‌ها ۲۰ نفر از بین دانشجویان مرد سالم با قد ۳/۹۲±۱۷۸/۹۶ سانتی‌متر، سن ۳±۲۷ سال، جرم ۶/۱۵±۷۳/۹۹ کیلوگرم و شماره پای ۴۲ (EU) انتخاب شدند و چهار وضعیت کفش ناپایدار تولید داخل کشور، کفش ناپایدار مشابه خارجی، کفش کنترل و پای برهنه با حداکثر فشار در ۱۰ ناحیه کف پا توسط دستگاه اندازه‌گیری فشار کف پا در حین راه‌رفتن مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی تفاوت‌های معنادار آماری متغیرهای وابسته بین چهار شرایط پوشش پا، از روش مدل‌های خطی تعمیم‌یافته و تحلیل واریانس با داده‌های تکراری و یا فریدمن (در صورت نرمال‌نبودن داده‌ها) در سطح آلفای ۵ درصد و از نسخه ۲۳ نرم‌افزار SPSS استفاده شد (P<۰/۰۵).

یافته‌ها میزان حداکثر فشار کف پایی در ۱۰ ناحیه کف پا در چهار حالت پوشش پا، مورد بررسی قرار گرفت و تنها در سه ناحیه شست و انگشتان و ناحیه متاتارسال پنجم تغییرات معناداری مشاهده شد (P<۰/۰۵).

نتیجه‌گیری نتایج به ناکارآمدی کفش ناپایدار تولید داخل در تعدیل فشار کف پایی در افراد اشاره دارد.

کلیدواژه‌ها:
راه‌رفتن، بیومکانیک پا، کفش ناپایدار

مقدمه

راه‌رفتن یک فعالیت کاملاً هماهنگ و پیچیده است که با همکاری سیستم اسکلتی، ماهیچه‌ای و عصبی انجام می‌پذیرد. با شناخت بیشتر از اندام‌های حرکتی و با تکیه بر تجهیزات اندازه‌گیری حساس، رفتار مکانیکی این اندام‌ها در هنگام راه‌رفتن به‌خوبی شناسایی و تجزیه و تحلیل شده است [۱].

در این پژوهش تأثیر کفش ناپایدار[1] بر فشار کف زیرین کفش هنگام راه‌رفتن در دانشجویان پسر سالم توسط دستگاه اندازه‌گیری فشار کف[2] پا مورد مطالعه قرار گرفته است.

برای کاهش فشار کف پا در هنگام راه‌رفتن از روش‌های مختلفی استفاده شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به کفش، کفی، جوراب، راهکارهای جراحی و تزریق اشاره کرد [۲]. اورتزهای مخصوص اگرچه فشار کف پا را تا حدودی جبران می‌کنند، اما تأثیر بیومکانیکی این ابزارها هنوز به‌طور کامل روشن نیست [۳].

راحتی با تعدیل‌های کفش یا کفی مرتبط پنداشته شده است [۴]. ارزیابی راحتی آزمودنی با اندازه‌گیری‌های فشار کف پا همبستگی داشته است. به‌طوری‌که فشار کف‌پایی با افزایش سختی کفش یا کاهش راحتی آزمودنی، افزایش یافته است [۴، ۵].

تنوع در کینماتیک راه‌رفتن بین افراد باعث پاسخ متفاوت به طراحی زیره کفش می‌شود. اخیراً کفش‌های جدیدی در بازار عرضه شده است که اختلاف چشمگیری از لحاظ شکل کف زیرین کفش با کفش‌های رایج ورزشی و کفش‌های معمولی دارند. این کفش‌ها به نام کفش‌های ناپایدار شهرت یافتند. شکل هندسی این کفش‌ها به گونه‌ای است که در راستای قدامی‌خلفی دارای انحنا بوده و متفاوت با سایر کفش‌های رایج است.

سازندگان این نوع کفش‌ها مدعی هستند که شکل گهواره‌ای زیره این نوع کفش‌ها با نزدیک‌کردن الگوی حرکتی به حالت پابرهنه و ایجاد نیروی پیشران ناشی از تخت گهواره‌ای و افزایش

1. UnstableShoe
2. Foot Scane

* نویسنده مسئول:
ساعد احمدی گنجه
نشانی: ساری، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مازندران، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای.
تلفن: ۱۴۵۰۰۹۵ (۹۱۷) ۹۸+
پست الکترونیکی: saedahmadi1364@gmail.com

فعالیت عضلات کنترلی، باعث کاهش بارگیری مفصلی حین گام‌برداری شده و راه‌رفتن را بهینه‌تر ساخته و از نیروهای وارده بر پا می‌کاهد [۶]. همچنین مدعی شده‌اند که این کفش‌ها موجب تعدیل فشار کف پا حین گام‌برداری می‌شود [۷، ۸].

طراحی بهینه کف کفش و دانستن فشار وارد بر کف خارجی کفش می‌تواند در بهینه‌سازی گام‌برداری و حتی درمان بسیاری از آسیب‌های کف‌پایی کمک‌کننده باشد. هرچند در این زمینه تحقیقات اندکی انجام گرفته است و عمده‌ترین تحقیقات بر روی نیروهای اعمالی به پا بوده است.

علی‌رغم تحقیقات انجام شده در حوزه کفش‌های ناپایدار هنوز بهره‌وری این نوع کفش‌ها با پاسخ جامعی همراه نبوده است. از طرف دیگر کفش‌های ناپایدار تولید داخل به وفور در مراکز خرید کفش عرضه می‌شوند. در حالی که اثربخشی و تأثیر زیستی این نوع کفش‌ها (به عنوان نمونه مشابه کفش‌های ناپایدار تولید خارج) بررسی نشده و نظر جامعی پیرامون اثرات بیومکانیکی این کفش‌ها روی بدن وجود ندارد.

در این پژوهش جهت ارزیابی فشار کف پا حداکثر فشار نقاط ده‌گانه کف پایی (شست، انگشتان ۲-۴، متاتارسال ۱، متاتارسال ۲، متاتارسال ۳، متاتارسال ۴، متاتارسال ۵، میانه پا، داخل پاشنه، خارج پاشنه) بین شرایط مختلف پوشش پا حین راه‌رفتن در نظر گرفته شده است.

هدف از انجام این پژوهش این است که آیا کفش‌های ناپایدار تولید داخل در مقایسه با کفش کنترل ناپایدار مشابه خارجی و کفش کنترل معمولی و شرایط پای برهنه هنگام راه‌رفتن بر متغیرهای مرتبط به فشار در کف زیرین کفش افراد سالم تأثیر دارد؟

روش‌شناسی

۲۰ نفر آزمودنی از بین دانشجویان مرد سالم با پای غالب راست به صورت در دسترس انتخاب شدند. سلامتی جسمانی کلیه آزمودنی‌ها قبل از اجرای پروتکل پژوهشی ارزیابی شد. بدین‌جهت از طریق فیلتر ورودی اطمینان حاصل شد که هیچ‌یک از آزمودنی‌ها ناهنجاری و آسیب در اندام تحتانی نداشته باشند. سابقه جراحی، شکستگی، دررفتگی، پیچ‌خوردگی در ناحیه مچ پا، وجود درد و آسیب‌هایی نظیر شکستگی استرسی، شین اسپلینت، آرتروز و هرگونه مشکل پاسچری و ناهنجاری‌های اسکلتی، عضلانی‌عصبی در اندام تحتانی نظیر وضعیت‌های واروس و والگوسی زانو، صافی و گودی کف پا، سابقه استفاده از کفش ناپایدار در طی یک سال اخیر به عنوان متغیر خروج برای آزمودنی‌ها در نظر گرفته شد [۹، ۱۰]. احراز کلیه شرایط از طریق اطلاعات پرسش‌نامه فردی و ارزیابی متخصص بالینی (فیزیوتراپ و غیره) مشخص شد.

آزمودنی‌های پژوهش حاضر دارای مشخصات آنتروپومتریکی، میانگین قدی ۳/۹۲±۱۷۸/۹۶ سانتی‌متر، میانگین سنی ۳±۲۷ سال، میانگین جرمی ۶/۱۵±۷۳/۹۹ کیلوگرم و شماره پای ۴۲ (EU) بودند. جهت ارزیابی وضعیت قوس کف‌پایی، میزان افتادگی استخوان ناوی آزمودنی‌ها به روش رایج اندازه‌گیری شد [۱۰]. در این روش تفاوت ارتفاع برجستگی استخوان ناوی در دو حالت ایستاده و نشسته اندازه‌گیری شد و میزان ۵ تا ۹ میلی‌متر به عنوان محدوده طبیعی در نظر گرفته شد [۱۰]. برای اندازه‌گیری واروس زانو، فرد با اندام تحتانی برهنه می‌ایستاد، به‌طوری‌که

تصویر ۱. الف) کفش ناپایدار تولید داخل؛ ب) کفش ناپایدار مشابه خارجی؛ ت)کفش کنترل معمولی

زانوها در باز شدن کامل[3]، قوزک‌ها به هم چسبیده و کشکک به طرف قدام باشد، آن‌گاه فاصله بین دو اپی کندیل داخلی زانو اندازه‌گیری و مقدار کمتر از دو سانتی‌متر به عنوان طبیعی در نظر گرفته شد [۹]. والگوس زانو، در صورتی که شاخص[4] ۶ الی ۹ درجه نسبت به خط عمود باشد، طبیعی در نظر گرفته شد [۱۱].

پروتکل راه‌رفتن: به منظور جلوگیری از اثرات فوری، قبل از اجرای شرایط راه‌رفتن با کفش‌های مختلف، آزمودنی‌ها به مدت ۲۰ دقیقه کفش‌ها را به صورت تصادفی پوشیده و در محوطه آزمایشگاه شروع به قدم‌برداری کردند. باند راه‌رفتنی در حدود ۱۵ متر در نظر گرفته شد و آزمودنی‌ها از فاصله هشت‌متری دستگاه اندازه‌گیری فشار کف پایی شروع به راه‌رفتن کردند تا سه کوشش از آن‌ها قابل قبول واقع شد و میانگین این سه کوشش به عنوان داده آن فرد در آزمون راه‌رفتن با هر چهار شرایط پوششی پا (کفش ناپایدار تولید داخل، کفش کنترل ناپایدار مشابه خارجی، کفش کنترل معمولی و پای برهنه) ثبت شد.

کفش‌های تحت بررسی در این پژوهش در اندازه ۴۲ تهیه شدند که شامل کفش ناپایدار تولید داخل (پرفروش‌ترین کفش در بازار ایران)، کفش کنترل ناپایدار مشابه خارجی (Perfect steps)، کفش کنترل معمولی (Nike) بودند (تصویر شماره ۱).

آزمودنی‌ها به صورت تصادفی پروتکل‌های آزمون را شامل راه‌رفتن با پای برهنه، راه‌رفتن با کفش ناپایدار تولید داخل و راه‌رفتن با کفش ناپایدار مشابه خارجی و راه‌رفتن با کفش کنترل معمولی اجرا کردند و داده‌های نیرو برای هر آزمودنی اندازه‌گیری و به نرمال تبدیل شد. از یک دستگاه اندازه‌گیری فشار کف پا مدل RS Scan با قدرت نمونه‌برداری ۲۵۰ هرتز (Hz) ساخت کشور بلژیک با ابعاد ۰/۴×۱ متر برای اندازه‌گیری متغیرهای مرتبط با فشار کف پایی استفاده شد. دستگاه در راستای راه‌رفتن آزمودنی‌ها در یک مکان مناسب قرار گرفت. برای بررسی تفاوت‌های معنادار آماری متغیرهای وابسته بین چهار شرایط پوشش پا، از روش مدل‌های خطی تعمیم‌یافته و تحلیل واریانس با داده‌های تکراری و یا فریدمن (در صورت نرمال نبودن داده‌ها) در سطح آلفای ۵ درصد و از نسخه ۲۳ نرم افزار SPSS استفاده شد.

نتایج

متغیرهای مرتبط با فشار کف پایی شامل مساحت سطح مناطق و همچنین نیروهای وارد بر آن در قالب فشار کف پایی ترکیب و تحلیل شدند.

حداکثر فشار ناحیه شست بین سه شرایط پوشش پا تفاوت معنی‌داری داشت (P=۰/۰۱۶; F=۳/۹۴۳). آزمون تعقیبی LSD نشان داد که میزان حداکثر فشار کف پایی در ناحیه شست در کفش ناپایدار مشابه خارجی در مقایسه با کفش ناپایدار تولید داخل به طور معنی‌داری کاهش یافته است (۵۸ درصد، P=۰/۰۲۰). با وجود این، بین سایر شرایط تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (P≥۰/۰۵).

حداکثر فشار ناحیه انگشتان بین سه شرایط پوشش پا تفاوت معنی‌داری داشت (P=۰/۰۰۸; F=۴/۳۴۱). آزمون تعقیبی LSD نشان داد که میزان حداکثر فشار ناحیه انگشتان در کفش ناپایدار تولید داخل در مقایسه با پای برهنه به ۱۲۸ درصد به طور معنی‌داری افزایش یافت (P≤۰/۰۰۱). در سایر شرایط اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P≥۰/۰۵).

حداکثر فشار ناحیه متاتارسال اول بین سه شرایط پوشش پا تفاوت معنی‌داری نداشت (P=۰/۷۱۸; F=۰/۴۵۰). جدول شماره ۱ مقایسه میانگین این متغیر را در چهار شرایط آزمون راه‌رفتن نشان می‌دهد. هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری بین شرایط مختلف در فشار ناحیه متاتارسال اول وجود ندارد (P≥۰/۰۵).

حداکثر فشار ناحیه متاتارسال دوم بین سه شرایط پوشش پا تفاوت معنی‌داری نداشت (P=۰/۲۲۲; F=۱/۵۱۵). جدول شماره ۱ مقایسه میانگین این متغیر را در چهار شرایط آزمون راه‌رفتن نشان می‌دهد. هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری بین شرایط مختلف در فشار ناحیه متاتارسال دوم وجود ندارد (P≥۰/۰۵).

حداکثر فشار ناحیه متاتارسال سوم بین سه شرایط پوشش پا تفاوت معنی‌داری نداشت (P=۰/۱۸۹; F=۷/۶۵۳). جدول شماره ۱ مقایسه میانگین این متغیر را در چهار شرایط آزمون راه‌رفتن نشان می‌دهد. هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری بین شرایط مختلف در فشار ناحیه متاتارسال سوم وجود ندارد (P≥۰/۰۵).

حداکثر فشار ناحیه متاتارسال چهارم بین چهار شرایط پوشش پا تفاوت معنی‌داری نداشت (P=۰/۳۰۶; F=۱/۲۳۸). جدول شماره ۱ مقایسه میانگین این متغیر را در چهار شرایط آزمون راه‌رفتن نشان می‌دهد. هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری بین شرایط مختلف در فشار ناحیه متاتارسال چهارم وجود ندارد (P≥۰/۰۵).

حداکثر فشار ناحیه متاتارسال پنجم بین چهار شرایط پوشش پا تفاوت معنی‌داری داشت (P=۰/۰۰۱; F=۶/۲۸۹). جدول شماره ۱ مقایسه میانگین این متغیر را در چهار شرایط آزمون راه‌رفتن را نشان می‌دهد. بر این اساس، حداکثر فشار در کفش ناپایدار تولید داخل در مقایسه با پای برهنه ۴۷ درصد افزایش معنادار یافت (P≤۰/۰۰۱). هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری بین سایر شرایط مختلف در فشار ناحیه متاتارسال پنجم وجود ندارد (P≥۰/۰۵).

حداکثر فشار ناحیه میانی پا بین چهار شرایط پوشش پا تفاوت معنی‌داری نداشت (P=۰/۰۷۳; F=۳/۶۶۶). جدول شماره ۱مقایسه میانگین این متغیر را در چهار شرایط آزمون راه‌رفتن نشان می‌دهد. هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری بین شرایط مختلف در

3. Extention
4. Tibial Mechanical Axis (TMA)

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد حداکثر فشار نقاط ده‌گانه کف پایی بین چهار شرایط مختلف حین راه‌رفتن

نیوتن بر سانتی‌متر مربع	میانگین±انحراف استاندارد			
	پای برهنه	کفش معمولی	کفش ناپایدار مشابه خارجی	کفش ناپایدار تولید داخل
حداکثر فشار شست	۶/۰۷۴±۳/۳۹۷	۵/۷۸۹±۴/۹۱۳	۵/۰۷۴±۲/۸۸۰**	۰/۳۵۷±۰/۰۲۲**
حداکثر فشار انگشتان۲-۴	۵/۳۹۸±۵/۴۸۴*	۶/۳۶۸±۴/۲۰۱	۷/۲۸۱±۰/۳۰۵	۱۱/۶۶۱±۹/۶۴۲*
حداکثر فشار متاتارسال ۱	۶/۶۳۸±۱/۰۱۹	۶/۱۱۹±۱/۵۳۱	۵/۸۴۳±۱/۶۷۳	۶/۵۲۸±۳/۸۳۴
حداکثر فشار متاتارسال ۲	۱۰/۷۹۳±۹/۶۲۲	۸/۶۱۹±۶/۹۳۱	۶/۷۳۵±۱/۹۷۶	۷/۶۲۲±۲/۴۵۸
حداکثر فشار متاتارسال ۳	۱۰/۵۳۱±۶/۳۴۵	۸/۶۶۰±۵/۰۷۹	۷/۳۷۵ ±۲/۳۴۱	۸/۸۹۸±۳/۳۳۸
حداکثر فشار متاتارسال ۴	۸/۴۲۰±۴/۰۸۷	۷/۵۰۷±۲/۲۹۷	۶/۵۱۷±۳/۳۴۹	۲۰/۶۶۳±۷/۵۳۰
حداکثر فشار متاتارسال ۵	۵/۵۵۰±۱/۹۹۱*	۶/۶۷۸±۱/۲۹۹	۶/۹۵۲ ±۱/۸۲۷	۸/۱۷۵±۲/۳۷۶*
حداکثر فشار میانه پا	۴/۲۲۵±۱/۸۷۸	۴/۳۸۴±۲/۲۹۲	۵/۰۰۷±۰/۷۹۷	۵/۲۰۸±۱/۷۰۱
حداکثر فشار داخل پاشنه	۶/۹۶۹±۲/۶۰۰	۵/۴۹۲±۲/۳۹۸	۵/۶۲۱±۲/۰۰۲	۶/۴۴۱±۳/۶۶۶
حداکثر فشار خارج پاشنه	۶/۱۲۶±۱/۶۱۸	۵/۷۲۲±۲/۲۰۰	۵/۰۶۵±۲/۲۸۸	۵/۱۸۳±۲/۵۱۵

* اختلاف معنی‌دار بین پای برهنه و کفش ناپایدار تولید داخل در سطح معنی‌داری (P≤۰/۰۵)

** اختلاف معنی‌دار بین کفش ناپایدار مشابه خارجی و داخلی در سطح معنی‌داری (P≤۰/۰۵)

مجله بیومکانیک ورزشی

فشار ناحیه میانی پا وجود ندارد (P≥۰/۰۵).

حداکثر فشار ناحیه داخلی پاشنه پا بین چهار شرایط پوشش پا تفاوت معنی‌داری نداشت (P=۰/۶۵۴; F=۰/۲۰۸). جدول شماره ۱ مقایسه میانگین این متغیر را در چهار شرایط آزمون راه‌رفتن نشان می‌دهد. هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری بین شرایط مختلف در فشار ناحیه داخلی پاشنه پا وجود ندارد (P≥۰/۰۵).

حداکثر فشار ناحیه خارجی پاشنه پا بین چهار شرایط پوشش پا تفاوت معنی‌داری نداشت (P=۰/۳۴۷; F=۱/۱۲۷). جدول شماره ۱ مقایسه میانگین این متغیر را در چهار شرایط آزمون راه‌رفتن نشان می‌دهد. هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری بین شرایط مختلف در فشار ناحیه خارجی پاشنه پا وجود ندارد (P≥۰/۰۵).

بحث

یافته‌های جدول شماره ۱ نشان می‌دهد که حداکثر فشار کف پایی در نواحی متاتارس اول و دوم و سوم و چهارم، ناحیه میانی پا، ناحیه داخلی پاشنه، ناحیه خارجی پاشنه، در حین راه‌رفتن به نوع پوشش پا وابسته نیست؛ میزان حداکثر فشار کف پایی در ناحیه شست پا در کفش ناپایدار مشابه خارجی در مقایسه با کفش ناپایدار تولید داخل به طور معناداری کاهش یافت. با وجود این، بین سایر شرایط تفاوت معناداری مشاهده نشد. میزان حداکثر فشار کف پایی در ناحیه انگشتان پا در کفش ناپایدار تولید داخل در مقایسه با پای برهنه به طور معناداری افزایش یافت. با وجود این، بین سایر شرایط تفاوت معناداری مشاهده نشد؛ میزان حداکثر فشار کف پایی در ناحیه متاتارسال پنجم پا در کفش ناپایدار تولید داخل در مقایسه با پای برهنه به طور معناداری افزایش یافت. با وجود این، بین سایر شرایط تفاوت معناداری مشاهده نشد.

در نواحی شست پا و ناحیه انگشتان و ناحیه متاتارسال پنجم فشار به طور معناداری در پوشش‌های مختلف پا دچار تغییراتی شد. اختلاف فشار در این نواحی کفپایی می‌تواند ارتباط به سفتی و خاصیت جذبی کم تخت و زیره در کفش ناپایدار داشته باشد. این فشارهای غیرطبیعی با گذشت زمان زمینه ایجاد آسیب در ناحیه کف پا را فراهم می‌کنند. نتایج پژوهش‌های استوارت و همکاران هم‌سو با این یافته‌هاست [۵، ۱۲، ۱۳]. نتایج پژوهش‌های کاوروس و همکاران در تضاد با این یافته است [۱۴، ۱۵].

ممکن است این اختلاف به جهت نوع ابزار استفاده برای اندازه‌گیری فشار باشد؛ زیرا که این محققین فشار موجود بین کف پا و کف داخلی کفش را با استفاده از دستگاه تو کفشی پدار اندازه‌گیری کردند، اما در تحقیق حاضر فشار موجود بین کف زیرین کفش و زمین با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری فشار کف پا (فوت اسکن) اندازه‌گیری شده است.

مغایرت برخی از نتایج تحقیق حاضر با تحقیقات دیگر نیز ممکن است به جهت نوع آزمودنی (سالم / ناسالم) باشد. علاوه بر این، سختی و جنس زیره کفش نیز عامل تأثیرگذار بر فشار است که می‌تواند عاملی در ایجاد این تناقض باشد. مطالعات مختلف نشان داده‌اند کفی میانی ارتفاع پاشنه و ویژگی‌های اصطکاکی کفی خارجی از جمله ویژگی‌های هستند که روی پارامترهای سینماتیکی حرکت و تعادل در طول راه‌رفتن اثرگذارند [۱۶].

از جهت دیگر در مطالعات گذشته در کفش‌های ناپایدار، کاهش

معناداری در حداکثر فشار در نواحی جلو و عقب پا در مقایسه با پای برهنه مشاهده شده است، که این خود بیانگر این موضوع است که کفش‌های ناپایدار تأثیر مفیدی در نواحی جلو و عقب پا نسبت به پای برهنه هنگام راه‌رفتن ایجاد می‌کند و فشار در نواحی جلو و عقب کفش را کاهش می‌دهد که این تأثیر برای افرادی که نیاز به کاهش فشار در نواحی ذکر شده دارند مفید است. در نتیجه به نظر می‌رسد کفش‌های ناپایدار برای افرادی که درد در نواحی جلو و عقب پا دارند، خار پاشنه و پاشنه دردناک، افرادی که دارای نوروپاتی دیابتی و زخم پا هستند، ممکن است مفید باشد. هرچند استفاده از آن برای مشکلات ناحیه میانی توصیه نمی‌شود.

نیروهای برخورد به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل ایجاد و توسعه آسیب ناحیه‌ای پا و جدایی افراد از فعالیت بدنی محسوب می‌شود [۱۷، ۱۸]. درواقع کاهش این نیروها به‌ویژه نیروی عمودی، همان هدفی است که کفش‌های استاندارد برای آن طراحی شده‌اند. افزایش این فشارهای اضافی با گذشت زمان طی برخوردهای تکراری حین راه‌رفتن، زمینه ایجاد و توسعه آسیب در ناحیه کف پا را فراهم می‌کند. بررسی کلی مطالعات نشان می‌دهد که طی راه‌رفتن محل حداکثر فشار در پا در برخی مقالات انگشت شست و در برخی دیگر پاشنه معرفی شده است. بنا به مطالعات پیشین ثابت شده است که از نقطه نظر عوامل نژادی تفاوت‌هایی بین ساختار پای افراد در مناطق مختلف جهان وجود دارد [۱۹]. همچنین سن افراد و تفاوت در مورد خصوصیات دستگاه اندازه‌گیری فشار کف پا که از موارد تفاوت در مطالعات بالا بوده است، از عوامل مؤثر بر فشار کف پا شمرده شده است [۲۰].

در میان انگشتان، انگشت شست نسبت به سایرین، تحمل وزن بیشتری دارد. علت این امر می‌تواند به بزرگ‌تر بودن و متحرک‌تر بودن این انگشت باشد [۲۰]. مطالعات نشان می‌دهد در افراد آسیایی عرض جلوی پا پهن‌تر و ارتفاع قوس طولی پا کوتاه‌تر بوده، درحالی‌که پا درون‌گردی بیشتری دارد. این عوامل می‌تواند سبب شود که با عرض پای بیشتر، فشار در منطقه وسیع‌تری توزیع شود، در نتیجه حداکثر فشار در جلوی پا نسبت به عقب پا در جمعیت آسیایی کمتر باشد [۲۱].

پوتی و همکاران در سال ۲۰۰۶ فشارهای کف پا در ۵۳ نفر با پای سالم را هنگام پوشیدن کفش اندازه گرفتند. مقادیر حداکثر فشارها به ترتیب زیر انگشت شست، پاشنه و استخوان‌های کف پایی اول، دوم و سوم بود. منطقه تماس در زیر پاشنه از سایر نواحی بیشتر بود [۲۲].

بنابراین کفش ناپایدار تولید داخل، نقشی در تعدیل فشار کف پای افراد ندارد و ممکن است کف پا را با میزان فشار بیشتری هنگام راه‌رفتن مواجه کند و احتمال ایجاد آسیب را در حین راه‌رفتن افزایش دهد.

نتیجه‌گیری نهایی

فشار در نواحی ده‌گانه کف پا در چهار حالت پوشش پا مورد بررسی قرار گرفت و کفش ناپایدار تولید داخل باعث افزایش معناداری در حداکثر فشار در نواحی انگشتان و ناحیه متاتارسال پنجم در مقایسه با پای برهنه شد و همچنین کفش ناپایدار تولید داخل باعث افزایش معناداری در حداکثر فشار در ناحیه شست پا در مقایسه با کفش ناپایدار مشابه خارجی شد. این موضوع بیانگر این است که کفش ناپایدار تولید داخل نه‌تنها حداکثر فشار در نواحی انگشتان و ناحیه متاتارسال پنجم را کاهش نداده است، بلکه حداکثر فشار در نواحی انگشتان و ناحیه متاتارسال پنجم را افزایش داده است. بنابراین، نتایج به ناکارآمدی کفش‌های ناپایدار تولید داخل در تعدیل فشار کفپایی در افراد اشاره دارد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

رضایت‌نامه جهت شرکت در آزمون و قبول شرایط مربوطه توسط آزمودنی‌ها تکمیل شد و تمامی آزمودنی‌ها در روند انجام پژوهش قرار گرفتند.

حامی مالی

مقاله فوق برگرفته از پایان‌نامه آقای ساعد احمدی گنجه است که با همکاری گروه بهداشت حرفه‌ای و ارگونومی دانشکده بهداشت ساری و در مرکز ارزیابی و پایش سلامت دانشگاه مازندران انجام شده است.

مشارکت نویسندگان

مفهوم‌سازی: ساعد احمدی گنجه و سید اسماعیل حسینی‌نژاد؛ تحقیق و بررسی: ساعد احمدی گنجه، سیاوش اعتمادی‌نژاد و جمشید یزدانی چراتی؛ ویراستاری و نهایی‌سازی نوشته: ساعد احمدی گنجه.

تعارض منافع

طبق نظر نویسندگان، این مقاله هیچ‌گونه تعارض منافعی ندارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از همکاری مرکز ارزیابی و پایش سلامت دانشگاه مازندران، صمیمانه تشکر و قدردانی کنند.

References

[1] Christopher LV, Brian L, Jeremy C. Dynamics of human gait. Cape Town, South Africa: Kiboho Publishers; 1999.

[2] Chapman J, Preece S, Braunstein B, Höhne A, Nester C, Brueggemann P, et al. Effect of rocker shoe design features on forefoot plantar pressures in people with and without diabetes. Clinical Biomechanics. 2013; 28(6):679-85. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2013.05.005] [PMID]

[3] Chen YC, Lou SZ, Huang CY, Su FC. Effects of foot orthoses on gait patterns of flat feet patients. Clinical Biomechanics. 2010; 25(3):265-70. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2009.11.007] [PMID]

[4] Hennig EM, Valiant GA, Liu Q. Biomechanical variables and the perception of cushioning for running in various types of footwear. Journal of Applied Biomechanics. 1996; 12(2):143-50. [DOI:10.1123/jab.12.2.143]

[5] Che H, Nigg B, De Koning J. Relationship between plantar pressure distribution under the foot and insole comfort. Clinical Biomechanics. 1994; 9(6):335-41. [DOI:10.1016/0268-0033(94)90062-0]

[6] Nigg BM, Emery C, Hiemstra LA. Unstable shoe construction and reduction of pain in osteoarthritis patients. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2006; 38(10):1701-8. [DOI:10.1249/01.mss.0000228364.93703.53] [PMID]

[7] Stewart L, Gibson J, Thomson CE. In-shoe pressure distribution in "unstable" (MBT) shoes and flat-bottomed training shoes: A comparative study. Gait & Posture. 2007; 25(4):648-51. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2006.06.012] [PMID]

[8] Romkes J, Rudmann C, Brunner R. Changes in gait and EMG when walking with the Masai Barefoot Technique. Clinical Biomechanics. 2006; 21(1):75-81. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2005.08.003] [PMID]

[9] Eslami M, Hoseini Nejad SE, Gandomkar A, Jahedi V. [Effect of unstable shoes on ground reaction force parameters during stance phase of running (Persian)]. Journal Researches in Sport Medicine and Technology. 2013; 11(6):90-101.

[10] Gandomkar A, Eslami M, Hoseini Nejad SE, Jahedi V. [Effect of unstable shoes on lower extremity joint power during stance phase of running (Persian)]. Razi Journal of Medical Sciences. 2014; 21(124):54-63.

[11] Barrios JA, Heitkamp CA, Smith BP, Sturgeon MM, Suckow DW, Sutton CR. Three-dimensional hip and knee kinematics during walking, running, and single-limb drop landing in females with and without genu valgum. Clinical Biomechanics. 2016; 31:7-11. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2015.10.008] [PMID]

[12] An S, Lee K. Effect of rocker heel angle of walking shoe on gait mechanics and muscle activity. In: Fuss FK, Subic A, Ujihashi S, editors. The Impact of Technology on Sport II. London: Taylor & Francis; 2007.

[13] Stöggl T, Haudum A, Birklbauer J, Murrer M, Müller E. Short and long term adaptation of variability during walking using unstable (Mbt) shoes. Clinical Biomechanics. 2010; 25(8):816-22. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2010.05.012] [PMID]

[14] Nigg B, Hintzen S, Ferber R. Effect of an unstable shoe construction on lower extremity gait characteristics. Clinical Biomechanics. 2006; 21(1):82-8. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2005.08.013] [PMID]

[15] Kavros SJ, Van Straaten MG, Wood KAC, Kaufman KR. Forefoot plantar pressure reduction of off-the-shelf rocker bottom provisional footwear. Clinical Biomechanics. 2011; 26(7):778-82. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2011.03.009] [PMID]

[16] Perry SD, Radtke A, Goodwin CR. Influence of footwear midsole material hardness on dynamic balance control during unexpected gait termination. Gait & Posture. 2007; 25(1):94-8. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2006.01.005] [PMID]

[17] Nigg BM. Biomechanics of sport shoes. Calgary: Topline Printing Inc; 2010.

[18] Chuckpaiwong B, Cook C, Pietrobon R, Nunley JA. Second metatarsal stress fracture in sports: Comparative risk factors between proximal and non-proximal locations. British Journal of Sports Medicine. 2007; 41(8):510-4. [DOI:10.1136/bjsm.2006.033571] [PMID] [PMCID]

[19] Logan S, Hunter I, Hopkins JT, Feland JB, Parcell AC. Ground reaction force differences between running shoes, racing flats, and distance spikes in runners. Journal of sports science & medicine. 2010; 9(1):147-53. [PMCID] [PMID]

[20] Hennig EM. The human foot during locomotion-applied research for footwear. Hong Kong: The Chinese University of Hong Kong; 2002.

[21] Perttunen J. Foot loading in normal and pathological walking [PhD. dissertation]. Jyväskylä: University of Jyväskylä; 2002.

[22] Putti A, Arnold G, Cochrane L, Abboud R. The Pedar® in-shoe system: Repeatability and normal pressure values. Gait & Posture. 2007; 25(3):401-5. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2006.05.010] [PMID]

This Page Intentionally Left Blank