Journal of Anesthesiology and Pain Autu 2024, Vol 15, No 3

The Effect of Orthopedic Insoles and Gait Strategies on Kinematic Walking Parameters in Individuals with Heel Spur

Mohamad amin Shahbazi[1], Ali Jalalvand[2*]

1. *MSc Student of Sport biomechanics, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran*
2. *Assistant Professor of Sport biomechanics, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran*

ABSTRACT

Aim and background: The aim of this study is to investigate the effect of orthopedic insoles and gait strategies on kinematic walking parameters in individuals with heel spur.

Material and Methods: A total of 15 patients with heel spur and 15 healthy individuals with similar average height, weight, and age were selected through convenience sampling. The Vicon motion analysis system, equipped with 6 high-speed cameras and a sampling frequency of 100 Hz, was used to evaluate spatiotemporal and spatial walking parameters. A mixed-design repeated measures ANOVA was employed at a significance level of 0.05.

Results: Toe-in gait resulted in decreased cadence, ipsilateral foot-off, step length, step time, stride time, step width, and walking speed, while toe-out gait increased ipsilateral foot-off in both groups. In the heel spur group, silicone insoles and heel cups led to increased cadence, stride length, and walking speed, while reducing double-support percentage, stride time, and visual pain intensity compared to gait strategies. Silicone insoles increased step length (compared to normal walking and toe-in gait), decreased step time (compared to normal walking, heel cups, and toe-out gait), and reduced single-support percentage (compared to normal walking and toe-out gait). In heel spur patients, toe-out gait increased double-support percentage and contralateral foot-off, while toe-in gait decreased double-support and single-support percentages.

Conclusion: Walking with silicone insoles and heel cups are optimal interventions for improving and enhancing spatiotemporal walking parameters. Silicone insoles are the most effective intervention, while toe-in gait poses a potential risk factor for individuals with heel spur.

Keywords: Silicone insoles, heel cups, toe-out gait, toe-in gait, spatiotemporal parameters, pain intensity

Please cite this paper as:
Shahbazi MA. Jalalvand A [The Effect of Orthopedic Insoles and Gait Strategies on Kinematic Walking Parameters in Individuals with Heel Spur (Persian)]. J Anesth Pain 2024;15(3):57-68.

Corresponding Author: Ali Jalalvand, Assistant Professor of Sport Biomechanics, Department of Physical Education and Sport Sciences, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran
Email: jalalvand_ali@yahoo.com

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2025-01-15]

فصلنامه علمی پژوهشی بیهوشی و درد، دوره ۱۵، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳

تاثیر کفی طبی و استراتژی های گیت بر پارامترهای کینماتیکی راه رفتن و شدت بصری درد در افراد مبتلا به خار پاشنه

محمد امین شهبازی[۱]، علی جلالوند[۲*]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد بیومکانیک ورزشی، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران
۲. استادیار بیومکانیک ورزشی، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۹/۲ **تاریخ بازبینی: ...** **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۹/۲۴**

چکیده

زمینـه و هـدف: هـدف از ایـن تحقیـق تاثیـر کفـی طبـی و اسـتراتژی هـای گیـت بـر پارامترهـای کینماتیکـی راه رفتـن در افـراد مبتـلا بـه خـار پاشـنه می‌باشـد.

مـواد و روش‌هـا: تعداد ۱۵ بیمار مبتـلا بـه خـار پاشـنه و ۱۵ فرد سالم بـه صـورت دردسـترس با میانگین قد، وزن و سن مشابه در این تحقیق شرکت کردند. از سیسـتم تحلیـل حرکتـی وایـکان شـامل ۶ دوربیـن پرسـرعت بـا فرکانـس نمونـه بـرداری ۱۰۰ هرتـز بـرای ارزیابـی پارامترهـای فضایی-زمانـی و مکانـی راه رفتـن اسـتفاده شـد. آزمـون تحلیـل واریانـس بـا انـدازه هـای تکـراری طـرح مختلـط در سـطح معنـی داری ۰/۰۵ اسـتفاده گردیـد.

نتایـج: گیـت پنجـه بـه داخـل سـبب کاهـش پارامترهـای آهنـگ گامبـرداری، فـوت آف پـای موافـق، طـول قـدم، زمـان قـدم، زمـان گام، عـرض قـدم و سـرعت راه رفتـن، ولیکـن گیـت پنجـه بـه خـارج سـبب افزایـش فـوت آف پـای موافـق در هـر دو گـروه مـی گـردد. در گـروه مبتـلا بـه خـار پاشـنه کفـی هـای طبـی سـیلیکونی و کاپ پاشـنه سـبب افزایـش آهنـگ گامبـرداری، طـول گام، سـرعت راه رفتـن ولیکـن کاهـش درصـد حمایـت دوگانـه، زمـان گام و شـدت بصـری درد در مقایسـه بـا بـا اسـتراتژی هـای گیتـی مـی گردنـد، کفـی طبـی سـیلیکونی سـبب افزایـش طـول قـدم (در مقایسـه بـا راه رفتـن عـادی و پنجـه بـه داخـل)، کاهـش زمـان قـدم (در مقایسـه بـا راه رفتـن عـادی و کاپ پاشـنه و گیـت پنجـه بـه خـارج) و کاهـش درصـد حمایـت تـک گانـه (در مقایسـه بـا عـادی و پنجـه بـه خـارج) مـی گـردد. در افـراد مبتـلا بـه خـار پاشـنه گیـت پنجـه بـه خـارج سـبب افزایـش درصـد حمایـت دوگانـه، افزایـش فـوت آف پـای مخالـف و گیـت پنجـه بـه داخـل سـبب کاهـش درصـد حمایـت دوگانـه، درصـد حمایـت تـک گانـه می‌گـردد.

نتیجه‌گیـری: راه رفتـن بـا کفـی طبـی سـیلیکونی و کاپ پاشـنه مداخلـه هایـی بهینـه در بهبـود و ارتقـاء پارامترهـای فضایـی-مکانـی راه رفتـن مـی باشـند. کفـی طبـی سـیلیکونی بهینـه تریـن مداخلـه و گیـت پنجـه بـه داخـل یـک ریسـک فاکتـور احتمالـی بـرای افـراد مبتـلا بـه خـار پاشـنه می‌باشـد.

واژه‌هـای کلیـدی: کفـی طبـی سـیلیکونی ، کاپ پاشـنه، گیـت پنجـه بـه خـارج، پنجـه بـه داخـل ، پارامترهـای زمانی-مکانـی، شـدت درد

نویسـنده مسـئول: علی جلالوند ، استادیار بیومکانیک ورزشی، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران

پست الکترونیک: jalalvand_ali@yahoo.com

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2025-01-15]

مقدمه

یکی از شایع ترین عوامل زمینه ساز درد پاشنه پا، خار پاشنه است که نوعی زائده استخوانی در ناحیه استخوانی پاشنه پا است و موجب ایجاد درد و ناراحتی کف پا می شود. در این عارضه لیگامان هایی که از ابتدا تا انتهای کف پا کشیده شده و متصل کننده استخوان پاشنه پا به پنجه و انگشتان هستند دچار آسیب و درد می شوند. خار پاشنه سبب التهاب کف پا شده که عامل اصلی ایجاد درد در حین راه رفتن در مبتلایان به این عارضه است. شدت در مرکز پاشنه یا لبه داخلی پا بیشتر از سایر نقاط کف پا بوده و اغلب با راه رفتن و وارد آمدن فشار به کف پا تشدید می شود[۱].

درد پاشنه مربوط به خار پاشنه و فاشیای پلانتار ممکن است به خوبی به استراحت پاسخ ندهد. خار پاشنه، بدون توجه به دلیل ایجاد کننده‌ی آن، می‌تواند باعث از کار افتادگی فرد شود. بنابراین بایستی خارپاشنه در افراد مبتلا مورد مداوا قرار گیرند. روش‌های درمانی برای خار پاشنه شامل فیزوتراپی، تزریق‌های موضعی و ضدالتهابی که این تزریق می‌تواند کورتون یا روش پی آر پی باشد که گاهی نیاز به چندین بار تزریق است. همچنین کاهش وزن، تاثیر بسیار زیادی در جهت درمان این بیماری دارد. اما از آن جایی که پاسخ به جراحی در خار پاشنه معمولا مناسب نیست، بایستی به دنبال راه‌های درمانی دیگر برای افراد مبتلا به این عارضه بود. یکی از درمان های غیرتهاجمی برای خار پاشنه که در سال های اخیر مورد استفاده قرار گرفته است، کفی طبی می باشد[۲]. استفاده از کفی طبی ویژه و کفش مناسب در بهبود عارضه های اسکلتی-عضلانی پا از اهمیت و ضرورت خاصی برخورداراست[۳]. کفی طبی یکی از روش‌های درمانی است که بسیاری از پزشکان پیشنهاد می‌دهند[۴]. هدف استفاده از کفی‌های طبی را اصلاح نحوه‌ی تقسیم فشار در کف پا، تقویت تعادل مچ پا و همچنین کاهش فشار وارد شده بر زانوها، مچ و کف پا عنوان می‌کنند[۵].

کفی طبی خوب خار پاشنه باید در قسمت قرارگیری پاشنه برآمده یا لایه محافظ داشته باشد تا از پاشنه در برابر فشار یا ضربات مکرر و شدید محافظت کند. البته محل قرارگیری پاشنه در بعضی کفی‌های طبی عمق بیشتری دارد؛ این طراحی نیز مناسب است، البته به شرطی که لایه محافظ کافی بین پاشنه و زمین وجود داشته باشد[۴].

کفی‌های طبی در کفش افراد مبتلا به خار پاشنه قرار می‌گیرد تا به اصلاح نحوه راه رفتن و کاهش درد آنها کمک کند. کفی‌های طبی با خنثی کردن چرخش مچ پا به داخل (پرونیشن) به کاهش درد و درمان خار پاشنه پا کمک و از کشش بیش از حد لیگامان کف پا جلوگیری می‌کنند[۵]. به علاوه در طراحی این کفی‌ها کم شدن وزن تحمیلی روی پاشنه نیز در نظر گرفته می‌شود. در قسمت پاشنه این کفی های طبی حفره‌ای برای قرار گرفتن خار پاشنه تعبیه می‌شود تا به این ترتیب شدت برخورد پا با زمین کاهش یابد. اثر این نوع کفی طبی کاهش یا حتی از بین رفتن درد ناشی از خار پاشنه پا است[۶]. با کفی‌های طبی که چرخش بیش از اندازه مچ پا به داخل (پرونیشن) را اصلاح می‌کند، می توان به درمان درد پاشنه پا اقدام کرد. این کفی‌ها باید آن‌قدر سخت و محکم باشند تا از لیگامان کف پا در مقابل کشش غیرضروری محافظت کنند و قوس کف پا را به شیوه‌ای دینامیک بالا نگه دارند[۷]. بنابراین کفی ها می توانند برای درمان و پیشگیری از تکرار این آسیب، کنترل حرکات مچ پا حفظ تعادل بیش تر، کاهش فشارهای بیومکانیکی و جذب شوک استفاده شوند. بسیاری از مراکز تجهیزات پزشکی در تبلیغات خود خاصیت جذب شوک و افزایش پایداری را برای کفی های دارای قوس حمایتی داخلی بیان می کنند[۸]. در بیماران مبتلا به استئوآرتریت زانو چرخش پا به سمت بیرون (Toe out) و داخل(Toe in) به ترتیب اوج اولیه و ثانویه گشتاور اداکشنی

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2025-01-15]

زانو هنگام راه رفتن که یکی از اهداف درمانی در این بیماران است را کاهش می دهند[۹]. از طرفی اگر بیمار در یک پاسخ جبرانی شیوه راه رفتن خود را برای به حداقل رساندن درد خار پاشنه تغییر دهد با مشکلاتی در ناحیه پا، زانو، مفصل ران یا کمر و پشت بدن نیز مواجه خواهد شد[۴]. لذا بررسی تاثر استراتژی ها و مداخلاتی که بتوانند بر انتقال و جابجایی هنگام گیت و سایر مولفه های تشدیدکننده پاتولوژی های اندام تحتانی تاثیر گذار باشد نیز از اهمیت ویژه ایی برخوردار است. بنابراین با تجزیه و تحلیل بیومکانیکی مداخلاتی از قبیل کفی های طبی، گیت پنجه به خارج و پنجه به داخل این هدف می تواند محقق می گردد. از طرفی با توجه به مطالعات محدود در مورد بررسی تاثیر این مداخلات بر پارامترهای فضایی-زمانی و مکانی راه رفتن افراد مبتلا به خار پاشنه، یکی از اهداف اصلی مطالعه حاضر بررسی تاثیر مقایسه ایی کفی های طبی و استراتژی های گیت بر پارامترهای فضایی-زمانی و مکانی هنگام راه رفتن در افراد مبتلا به خار پاشنه با هدف یافتن باخوردهای باتوانی برای این طیف از جامعه است.

مواد و روش ها

این تحقیق از نوع نیمه تجربی و آزمایشگاهی- توصیفی است. جامعه آماری این پژوهش را مردان (۳۰ تا ۴۹ ساله) تشکیل می دادند. آزمودنی ها به صورت غیرتصادفی و با استفاده از نمونه‌گیری در دسترس از بین مراجعین به کلینک ها و مراکز درمانی که شرایط ورود به مطالعه را دارا و حاضر به شرکت در مطالعه بودند(پرکردن رضایتنامه) انتخاب گردیدند. جهت محاسبه حجم نمونه از نرم افزار جی پاور با توان آزمون آماری ۰/۸۰ و ضریب تاثیر ۰/۸۵ و سطح آلفا ۰/۰۵ استفاده گردید که نمونه آماری برای طرح تحلیل واریانس مختلط ۲۲ نفر برآورد گردید. که تعداد ۳۰ نفر(۱۵ نفر گروه مبتلا به خار پاشنه و ۱۵ نفر افراد سالم کنترل) با استفاده از نمونه‌گیری در دسترس با میانگین قد، وزن و سن مشابه انتخاب شدند. جامعه آماری بیماران این تحقیق مردان مبتلا به خار پاشنه با دامنه سنی ۳۰ تا ۴۹ سال بود که خارپاشنه پاشنه آنها توسط پزشک ارتوپد و با استفاده از عکس رادیوگرافی از نمای کناری پاشنه تایید و از مقیاس عددی - بصری درد حداقل نمره ۳ گرفته بودند. در این پژوهش پای درگیر در گروه مبتلا به خار پاشنه و پای همتا در گروه سالم مورد بررسی قرار گرفته است. پروتکل تحقیق در کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان (IR.IAU.H.REC.1403.031) تصویب شد.

در این مطالعه برای ثبت اطلاعات متغیرهای مربوط به پارامترهای فضایی-زمانی و مکانی از ۶ دوربین پرسرعت مادون قرمز وایکان(با فرکانس ۱۰۰ هرتز سرعت) استفاده می‌شود. آزمودنی ها در یک مسیر ۱۰ متری که دو نیروسنج در وسط آن تعبیه شده بود اقدام به گامبرداری خواهند کرد، نیروسنج ها به گونه ای قرار گرفته اند که آزمودنی ها قبل از رسیدن به فوت اسکن حداقل ۲ گام برمی دارند. به منظور تحلیل نهایی داده‌های کینماتیکی از نرم افزارهای Vicon Nexus 1.8.5، Polygon 4.1.2 استفاده گردید. آزمودنی ها گیت را در وضعیت های مختلف راه رفتن با کفی طبی(سیلیکونی و کاپ پاشنه) و استراتژی های گیت(طبیعی، پنجه به خارج، پنجه به داخل) اجرا خواهند کرد. از هر استراتژی سه تریال اخذ می گردد. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه های تکراری طرح مختلط در سطح معنی داری ۰/۰۵ انجام گردید.

یافته ها

نتایج آزمون شاپیروویلک نشان داد که توزیع اکثر پارامترها نرمال بود. نتایج مقایسه میانگین متغیرهای دموگرافی آزمودنی‌ها حاکی از عدم تفاوت معنی داری بین قد، وزن و سن آزمودنیهای سالم با بیماران مبتلا به خار پاشنه داشت($p>0/05$).

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2025-01-15]

جداول ۱: نتایج مقایسه پارامترهای فضایی-زمانی و مکانی گروه کنترل سالم در مقایسه با گروه مبتلا به خار پاشنه هنگام راه رفتن با کفی های طبی و استراتژی های راه رفتن عادی، پنجه به خارج و پنجه به داخل

حداکثر فشار کف پا	P-value بین گروهی					P-value (اثر مداخله)	P-value (اثر مداخله- گروه)
	راه رفتن عادی	کفی طبی سیلیکونی	کاپ پاشنه	پنجه به خارج	پنجه به داخل		
کادنس (گام در دقیقه)	۰/۰۰۰	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱
حمایت دوگانه (درصد)	۰/۰۵۷	۰/۰۶۵	۰/۰۴۲	۰/۰۳۸	۰/۰۵۶	۰/۰۰۰	۰/۱۱۷
فوت آف موافق(درصد)	۰/۳۱۷	۰/۷۱۹	۰/۶۹۷	۰/۵۰۰	۰/۰۹۲	۰/۰۰۰	۰/۰۹۷
فوت کانتکت پای مخالف(درصد)	۰/۲۹۸	۰/۵۶۷	۰/۳۹۹	۰/۱۲۶	۰/۰۹۹	۰/۲۱۳	۰/۸۶۹
فوت آف پای مخالف (درصد)	۰/۱۹۰	۰/۲۳۹	۰/۱۷۹	۰/۱۲۹	۰/۲۳۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۷
حمایت تک گانه (درصد)	۰/۱۸۴	۰/۳۸۹	۰/۲۴۶	۰/۲۰۹	۰/۴۶۱	۰/۰۰۲	۰/۰۹۹
طول قدم (متر)	۰/۱۵۱	۰/۴۶۲	۰/۳۲۵	۰/۳۶۳	۰/۴۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱
زمان قدم(ثانیه)	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۳۸
عرض قدم(متر)	۰/۲۱۴	۰/۱۸۴	۰/۱۸۶	۰/۱۴۶	۰/۱۵۶	۰/۰۰۰	۰/۴۶۶
طول گام (متر)	۰/۱۲۴	۰/۵۳۷	۰/۲۵۵	۰/۲۹۰	۰/۲۵۹	۰/۰۰۰	۰/۰۱۶
زمان گام(ثانیه)	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۳
سرعت راه رفتن(m/s)	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲۴
میزان درد ادراکی بصری	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

افراد مبتلا به خار پاشنه از زمان قدم، زمان گام، شدت بصری درد بالاتر(در همه مداخلات) ، درصد حمایت دوگانه بالاتری(حین راه رفتن با کاپ پاشنه و پنجه به خارج) ولیکن از آهنگ گامبرداری و سرعت راه رفتن پایین تری(در همه مداخلات) نسبت به گروه کنترل سالم برخوردار می باشند($p\leq ۰/۰۵$). گیت پنجه به داخل سبب کاهش پارامترهای آهنگ گامبرداری، فوت آف پای موافق، طول قدم، زمان قدم، زمان گام، عرض قدم و سرعت راه رفتن ولیکن گیت پنجه به خارج سبب افزایش فوت آف پای موافق در هر دو گروه می گردد. در گروه مبتلا به خار پاشنه کفی های طبی سیلیکونی و کاپ پاشنه سبب افزایش آهنگ گامبرداری، طول گام، سرعت راه رفتن ولیکن کاهش درصد حمایت دوگانه، زمان گام و شدت بصری درد در مقایسه با با استراتژی های گیتی می گردند و کفی طبی سیلیکونی بیشترین تاثیر را دارد. کفی طبی سیلیکونی سبب افزایش طول قدم (در مقایسه با راه رفتن عادی و پنجه به داخل)، کاهش زمان قدم (در مقایسه با راه رفتن عادی و کاپ پاشنه و گیت پنجه به خارج) و کاهش درصد حمایت تک گانه (در مقایسه با عادی و پنجه به خارج) می گردد. در افراد مبتلا به خار پاشنه گیت پنجه به خارج سبب افزایش درصد حمایت دوگانه، افزایش فوت آف پای مخالف و گیت پنجه به داخل سبب کاهش درصد حمایت دوگانه، درصد حمایت تک گانه می گردد ($p\leq ۰/۰۵$)

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2025-01-15]

جدول۲: مقایسه تاثیر کفی های طبی و استراتژی های راه رفتن عادی، پنجه به خارج و پنجه به داخل بر پارامترهای فضایی-زمانی و مکانی گروه سالم و گروه مبتلا به خار پاشنه هنگام راه رفتن

	P (1vs2)	P (1vs3)	P (1vs4)	P (1vs5)	P (2vs3)	P (2vs4)	P (2vs5)	P (3vs4)	P (3vs5)	P (4vs5)
کادنس گروه سالم	۰/۶۷۲	۰/۹۸۹	۰/۲۲۸	۰/۰۰۱	۰/۵۲۹	۰/۱۸۹	۰/۰۰۳	۰/۰۴۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
کادنس گروه خار پاشنه	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۶۰۹	۰/۰۱۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۵۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
حمایت دوگانه گروه سالم	۰/۲۴۶	۰/۳۴	۰/۹۴۵	۰/۸۰۶	۰/۷۹۲	۰/۱۶۴	۰/۴۰۵	۰/۰۹۸	۰/۳۵۲	۰/۷۶۸
حمایت دوگانه گروه خار پاشنه	۰/۰۶۷	۰/۴۴۵	۰/۰۷۴	۰/۳۳۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۴۵	۰/۰۲۶
فوت آف موافق گروه سالم	۰/۰۶۷	۰/۶۹۳	۰/۰۹۵	۰/۰۷۵	۰/۱۸۵	۰/۰۵	۰/۵۹۲	۰/۵۱	۰/۱۸۶	۰/۰۰۷
فوت آف موافق گروه خار پاشنه	۰/۰۷۲	۰/۷۶۲	۰/۴۹۸	۰/۷۴۵	۰/۰۹۵	۰/۰۳۱	۰/۰۴۲	۰/۴۰۷	۰/۸۷۸	۰/۰۵
فوت آف پای مخالف گروه سالم	۰/۰۸۵	۰/۰۸۷	۰/۴۹۸	۰/۵۵۶	۰/۹۳	۰/۱	۰/۳۴۵	۰/۱۲	۰/۳۶۴	۰/۷۰۹
فوت آف پای مخالف گروه خار پاشنه	۰/۰۸۳	۰/۶۳۹	۰/۰۰۴	۰/۸۰۱	۰/۰۸۳	۰/۰۰۰	۰/۰۲۵	۰/۰۰۲	۰/۵۰۵	۰/۰۰۰
حمایت تک گانه گروه سالم	۰/۷۰۶	۰/۷۵۹	۰/۲۶۵	۰/۷۲۲	۰/۷۰۶	۰/۳۴۰	۰/۰۶۵	۰/۴۳۳	۰/۷۵۹	۰/۳۴۰
حمایت تک گانه گروه خار پاشنه	۰/۰۱۲	۰/۵۶۵	۰/۴۸۱	۰/۱۳۱	۰/۱۰۸	۰/۰۱۳	۰/۵۹۸	۰/۱۷۱	۰/۵۹۱	۰/۰۱۷
طول قدم گروه سالم	۰/۷۳۵	۰/۸۰۴	۰/۳۷۹	۰/۰۰۰	۰/۵۶۱	۰/۳۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۵۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
طول قدم گروه خار پاشنه	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۳۷۷	۰/۰۸۱	۰/۰۲۴	۰/۰۸۷	۰/۰۰۰	۰/۲۸۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
زمان قدم گروه سالم	۰/۹۶۲	۰/۴۶۳	۰/۴۴۵	۰/۰۰۳	۰/۵۷۷	۰/۵۰۶	۰/۰۱	۰/۵۵۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
زمان قدم خار پاشنه	۰/۰۰۰	۰/۰۸۵	۰/۹۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۱۰۷	۰/۰۸۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
عرض قدم گروه سالم	۰/۸۲۵	۰/۷۹۴	۰/۴۱۷	۰/۰۴۹	۰/۶۴۷	۰/۵۳۱	۰/۱۹۶	۰/۵۱۹	۰/۰۴۸	۰/۰۰۰
عرض قدم خار پاشنه	۰/۱۰۳	۰/۰۶۸	۰/۱۱۱	۰/۱۱۷	۰/۶۰۶	۰/۴۹۲	۰/۰۲۳	۰/۵۹۰	۰/۰۱۵	۰/۰۰۰
طول گام گروه سالم	۰/۹۶۸	۰/۹۶۷	۰/۳۴۰	۰/۰۰۴	۰/۹۸۱	۰/۴۰۹	۰/۰۱	۰/۱۰۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
طول گام گروه خار پاشنه	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۵۰۳	۰/۰۱۹	۰/۰۰۳	۰/۰۱۹	۰/۰۰۰	۰/۰۹۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
زمان گام گروه سالم	۰/۷۷۵	۰/۹۹۶	۰/۶۵۸	۰/۰۰۲	۰/۷۱۲	۰/۵۹۸	۰/۰۱۲	۰/۵۲۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
زمان گام خار پاشنه	۰/۰۰۰	۰/۰۴۴	۰/۳۱۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۳۷	۰/۰۵	۰/۶۳۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
سرعت راه رفتن گروه سالم	۰/۹۷۲	۰/۹۴۰	۰/۲۷۶	۰/۰۰۲	۰/۹۹۷	۰/۴۱۷	۰/۰۱۳	۰/۰۶۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
سرعت راه رفتن خار پاشنه	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۵۲۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۵	۰/۰۵۳	۰/۰۰۰	۰/۲۴۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱
شدت بصری درد گروه سالم	۰/۳۹۶	۰/۳۹۶	۰/۳۹۶	۰/۳۹۶	۰/۳۹۶	۰/۳۹۶	۰/۳۹۶	۰/۳۹۶	۰/۳۹۶	۰/۳۹۶
شدت بصری درد گروه خار پاشنه	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

(۱=راه رفتن عادی، ۲=کفی طبی سیلیکونی، ۳=کاپ پاشنه، ۴= پنجه به خارج، ۵=پنجه به داخل)

بحث و بررسی

از دلایل توجیهی افزایش زمان آهنگ گامبرداری در افراد سالم و مبتلا به خار پاشنه هنگام راه رفتن با کفی طبی سیلیکونی و

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2025-01-15]

کاپ پاشنه سبب افزایش بازخورد حسی از پا و لذا کنترل دقیق‌تر حرکات پا می گردند. و از طرفی بالشتک و حمایت بیشتر این کفی ها از پا در حین راه رفتن سبب بهبود الگوی راه رفتن و انتقال سریع‌تر بین فازهای حرکتی و در نتیجه افزایش آهنگ گامبرداری می گردند[۱۰].

در توجیه کاهش درصد حمایت دوگانه هنگام راه رفتن با کفی‌های طبی می توان به کاهش۳۰ درصدی اوج فشارهای کف پا در برخی نواحی هنگام استفاده از این کفی ها اشاره کرد که این فشار کمتر ممکن است تخلیه سریع‌تر وزن پا را امکان‌پذیر سازد[۱۱].

افزایش حداکثر پلانتار فلکشن مچ پا در پایان فاز استانس و در نتیجه برداشتن سریع‌تر پا از دلایل توجیهی کاهش فوت آف پای موافق هنگام استفاده از کفی طبی سیلیکونی است[۱۲]. در توجیه افزایش زمان فوت آف پای موافق هنگام راه رفتن با پنجه به خارج نیز می توان گفت تغییر الایمنت (راستای قرارگیری) و الگوهای توزیع نیرو هنگام اتخاذ این استراتژی سبب تغییر راستای قرارگیری مفاصل اندام تحتانی بالاخص افزایش چرخش خارجی مفاصل ران و مچ پا می‌شود. این راستای قرارگیری تغییر یافته بر کارایی انتقال نیرو در زنجیره حرکتی هنگام جدا شدن پا از زمین تأثیر می‌گذارد[۱۳]. این الگوی راه رفتن ممکنه سبب اتخاذ یک استراتژی جبرانی برای افزایش پایداری در گیت باشد، چرا که گامبرداری هنگام راه رفتن با پنجه به خارج با سرعت راه رفتن کمتر همراه است[۱۴]. افزایش فوت آف پای مخالف در افراد مبتلا به خار پاشنه هنگام گیت پنجه به خارج را می توان احتمالا به تغییر وضعیت پا و بالتبع آن تغییر توزیع نیروها شده زمان وقوع رویدادها در طول چرخه گامبرداری نسبت داد.

ظاهرا کفی‌های طبی سیلیکونی زمان تحمل وزن و بالتبع آن زمان حمایت تک گانه را به چند دلیل کاهش می‌دهند:

۱. با جذب شوک و ضربه، فشار بر فاشیای کف پا را کاهش و با کاهش درد هنگام تحمل وزن انتقال سریع‌تری در مرحله تحمل وزن روی یک پا فراهم می سازند.

۲. به دلیل جنس نرم این کفی ها و توزیع یکنواخت فشار، منجر به جلوگیری از نقاط پرفشار در سطح پا شده که باعث کاهش تشدید درد و جابجایی روان‌تر می گردند.

۳. با حمایت از قوس پا به الایمنت(راستای قرارگیری) بهتر پا، کاهش فشار بر فاشیای کف پا و افزایش کارایی مرحله‌ی بلند کردن پا کمک می‌کنند.

۴. نرمی و حمایت کفی‌ها درد را کاهش و به فرد امکان یک چرخه‌ی گام برداری عادی‌تر و سریع‌تر را می‌دهد[۱۵].

گیت پنجه به خارج زمان تحمل وزن را به چند دلیل افزایش می‌دهد: کاهش کشش نیام کف پایی، پایداری بیشتر به دلیل سطح اتکاء وسیع‌تر و انتقال توزیع فشار از روی مبدأ نیام کف پایی به سمت خارج در بیماران مبتلا به خار پاشنه ، و لذا افزایش زمان حمایت تک گانه را در پی خواهد داشت. در مقابل گیت پنجه به داخل زمان تحمل وزن را به چند دلیل کاهش می‌دهد: افزایش کشش نیام کف پایی، پایداری کمتر به دلیل سطح اتکاء باریک تر و انتقال توزیع فشار به سمت داخل و روی مبدأ نیام کف پایی در بیماران مبتلا به خار پاشنه ، و لذا کاهش زمان حمایت تک گانه را به دنبال خواهد داشت[۱۶،۱۷].

در توجیه افزایش طول قدم هنگام راه رفتن با کفی‌های طبی می توان گفت لایه‌های نرم و حمایت‌کننده کفی ها می‌توانند خستگی و ناراحتی پا را کاهش و در نتیجه منجر به الگوی گام‌برداری آرام و با قدم‌های بلندتری خواهند شد[۱۸]. همچنین مواد سیلیکونی کفی ها سبب تسهیل و افزایش دامنه حرکتی مچ پا می شوند، که افزایش دورسی‌فلکشن در هنگام تماس پاشنه با زمین طولانی‌تر شدن طول گام را در پی خواهد داشت[۱۹].

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2025-01-15]

از دلایل احتمالی کاهش طول قدم هنگام راه رفتن با پنجه به داخل می توان تغییر راستای قرارگیری(الایمنت) لگن خاصره و مفصل هیپ و بالتبع محدودیت در تاب به جلو پا و در نتیجه کوتاه‌تر شدن گام‌ها هنگام این الگوی گامبرداری اشاره کرد[۲۰]. همچنین این الگو سبب کاهش ارتفاع پا از زمین در مرحله نوسان می‌شود ، لذا افراد برای جلوگیری از گیر کردن گام‌های کوتاه‌تری برمی دارند[۲۱]. به دلیل احساس ناپایداری هنگام گام‌برداری با پنجه به داخل فرد فاصله مرکز ثقل به سطح اتکاء کاهش و ثبات افزایش و منجر به طول گام کوتاه تر خواهد شد[۲۲].

در بررسی کاهش زمان قدم هنگام راه رفتن با پنجه به داخل می توان گفت در این نوع گیت به منظور حفظ ثبات و پیشروی نیاز به تلاش عضلانی بیشتر و متفاوتی خواهد بود[۲۳]. لذا به نظر می رسد به دلیل فعالیت عضلانی متفاوت راندمان گیت و بالتبع زمان قدم تحت الشعاع قرار گرفته است. این نوع گیت با تغییر راستای قرارگیری(الایمنت) اندام تحتانی می‌تواند تغییر بارهای مفصلی و نحوه توزیع نیروها در مفاصل اندام تحتانی و یحتمل بروز برخی از آسیب‌ها یا شرایط خاص را در طول زمان افزایش دهد. لذا بهتر است افراد از این استراتژی گیتی اجتناب کنند[۲۴].

از دلایل توجیهی که سبب کاهش زمان قدم هنگام استفاده از کفی‌های سیلیکونی می گردند می توان به برداشتن سریع‌تر پا در پایان فاز استانس به دلیل افزایش حداکثر پلانتار فلکشن مچ پا[۱۲]، تخلیه سریع‌تر وزن پا به دلیل کاهش اوج فشارهای کف پا در برخی نواحی[۱۱]، و کنترل دقیق‌تر حرکات پا به دلیل افزایش بازخورد حسی از پا اشاره کرد[۱۰].

در توجیه کاهش عرض قدم هنگام راه رفتن با پنجه به داخل می توان گفت این الگو با چرخش داخلی پا و ران همراه است. این چرخش داخلی باعث می‌شود که پاها به یکدیگر نزدیک‌تر شوند و در نتیجه عرض قدم کاهش یابد[۲۵، ۲۶]. یا از دیدگاهی دیگر راه رفتن با پنجه به داخل معمولاً با افزایش آنتی ورشن فمور(و متعاقبا مکانیسم جبرانی افزایش چرخش داخلی استخوان ران) همراه است. این مکانیسم می‌تواند به کاهش آبداکشن هیپ حین راه رفتن و بالتبع کاهش فاصله بین پاها شود[۲۷].

در توجیه کاهش طول گام هنگام راه رفتن با پنجه به داخل می توان گفت گیت پنجه به داخل سبب افزایش کشش بر نیام کف پایی و پایداری کمتر به دلیل سطح اتکاء باریک تر می گردد[۱۶، ۱۷]، بنابراین یکی از مکانیسم های جبرانی کاهش کشش بر نیام کف پایی و افزایش پایداری کاهش طول گام می باشد[۲۸]. کفی‌های سیلیکونی پزشکی و پدهای پاشنه با جذب ضربه و کاهش درد می‌توانند طول گام را در افراد مبتلا به خار پاشنه را افزایش دهند[۲۹، ۳۰]. کفی‌های سیلیکونی نسبت به کاپ پاشنه دارای قوس کف پا بوده و کل پا را تثبیت می‌کنند، لذا نسبت به پدهای پاشنه پشتیبانی کامل تری از پا به عمل می آورند[۳۱، ۳۲]. این کفی ها سبب توزیع بهتر وزن و انتقال انرژی مؤثرتر، بهبود هم راستایی و پشتیبانی در سراسر پا و مچ پا گردیده و الگوی گام‌برداری کارآمدتری را فراهم می‌کند و لذا به افزایش طول گام بیشتری می انجامند.

در توجیه کاهش زمان گام هنگام راه رفتن با پنجه به داخل می توان گفت راه رفتن با پنجه به داخل سبب تغییر زاویه حرکت و کاهش طول گام می‌شود، با کاهش طول گام کوتاه‌تر هر گام در زمان کمتری کامل می‌شود[۳۳]. راه رفتن با گام به سمت داخل سبب درگیرشدن عضلات متفاوتی در پاها بالاخص عضلات نزدیک‌کننده و چرخاننده‌های داخلی ران می گردد. این عضلات می‌توانند نیروی جلوبرنده سریعتری ایجاد کنند و زمان هر گام را کاهش دهند[۳۴]. همچنین هنگام راه رفتن با پنجه به داخل معمولاً دامنه حرکتی مورد نیاز در مفاصل ران، زانو و مچ برای هر گام کاهش می‌یابد. بنابراین

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2025-01-15]

پاها نیازی به طی مسافت زیادی ندارند و زمان گام کاهش می‌یابد[۳۵].

در توجیه اثربخشی بهتر کفی‌های سیلیکونی در کاهش زمان گام نسبت به کاپ پاشنه می توان گفت کفی‌های سیلیکونی پشتیبانی بیشتری در سطح کف پا فراهم می‌کنند در حالیکه کاپ پاشنه فقط در ناحیه پاشنه این پایداری را فراهم می نماید. لذا پایداری و راحتی در کل چرخه راه رفتن افزایش و این موضوع به گذر سریع‌تر بین گام‌ها منجر می‌شود[۳۶].

در بررسی علل تاثیر گیت پنجه به داخل بر کاهش سرعت راه رفتن در هر دو گروه می توان گفت این گیت سبب تغییر الگوی حرکت، تغییرات کینماتیکی مفاصل اندام تحتانی، و در نتیجه کاهش بازدهی حرکتی می شود. این گیت می‌تواند نیروهای تماس مفصلی زانو و لگن را افزایش و حرکت را مشکل‌تر و احتمالاً ناراحت‌کننده کند و منجر به کاهش سرعت شود[۲۰]. علاوه بر این این الگو می‌تواند سبب تغییر الگوی فعال‌سازی عضلات اندام تحتانی شود. بعنوان نمونه فعالیت ساقی قدامی افزایش و فعالیت سر داخلی دو قلو کاهش می یابد. این تغییرات در فعالیت عضلات می‌تواند کارآیی و سرعت راه رفتن را تحت تأثیر قرار دهد[۳۷]. با اینکه گیت پنجه به داخل می‌تواند گشتاور پلانتار فلکشنی عضلات تری سپس (دو قلو و نعلی) را در مرحله پوش آف افزایش دهد، اما الزاماً به بهبود عملکرد کلی راه رفتن منجر نمی‌شود. این تغییر در وضعیت پا می‌تواند کارآیی مرحله جلو برنده را تحت تأثیر قرار دهد و به کاهش پیشروی رو به جلو منجر شود[۲۰].

در چگونگی تاثیر کفی‌های بر افزایش سرعت راه رفتن می توان گفت کفی سیلیکونی پزشکی و کفی‌های مخصوص پاشنه هر دو می‌توانند سرعت راه رفتن را در افرادی که دچار خار پاشنه هستند افزایش دهند، اما کفی‌های سیلیکونی به دلایل: پشتیبانی کامل پا، ضربه‌گیری و نرمی در طول کل پا، کاهش فشارهای بالا در ناحیه پاشنه و توزیع فشار در سطح کل کف پا، افزایش تقویت حس عمقی و بالتبع بهبود تعادل و کنترل حرکت معمولاً تأثیر بیشتری دارند[۳۸-۴۰].

در توجیه تاثیر کفی ها بر کاهش شدت درد در افراد مبتلا به خار پاشنه می توان گفت کفی‌های طبی سیلیکونی و پدهای پاشنه دارای توانایی بالایی در جذب شوک و کاهش ضربه‌های وارده به پاشنه هنگام راه رفتن هستند. با این وجود کفی‌های طبی سیلیکونی فشار را به طور مساوی‌تری در سراسر پا توزیع می‌کنند و در نتیجه تمرکز نیروی وارده بر روی خار پاشنه را کاهش می‌دهند. لذا تاثیر بیشتری در کاهش شدت بصری درد دارند[۱۵، ۴۱]. علاوه بر این کفی‌های سیلیکونی می‌توانند حمایت و پشتیبانی اضافی بیشتری از قوس پا فراهم کنند، که به کاهش فشار روی پلانتار فاشیای کف پا و در نتیجه کاهش درد مرتبط با خار پاشنه کمک کند[۱۵]. و در توجیه افزایش شدت درد در افراد مبتلا به خار پاشنه هنگام راه رفتن با پنجه به خارج می توان گفت هنگام اتخاذ این استراتژی فشار بیشتری بر روی بخش داخلی پا و پاشنه وارد و درد ناشی از خار پاشنه تشدید می گردد. این الگوی راه رفتن ممکن است توزیع وزن بهینه را فراهم نکند و به فشار روی ناحیه آسیب‌دیده منجر شود[۴۲].

تشکر و قدردانی

این مطالعه مستخرج از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد می باشد. از تمامی شرکت کنندگان در این پژوهش بخاطر همکاری با گروه تحقیق که اجرای پژوهش حاضر را امکان پذیر نمودند، نهایت قدردانی و سپاس به عمل میآید.

تعارض منافع

مولفان اعلان می‌دارند هیچگونه تعارض منافعی ندارند و مقاله توسط نویسندگان خوانده شده و مورد قبول قرار گرفته است.

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2025-01-15]

References

1. Altuntas E, Uzun A. The Relationship Between Age-Related Incidences of Heel Spur With Sex and Side. International Journal of Morphology. 2022;40(2.(
2. Mortazavi SM, Najafi S, Rezasoltani Z, Ghashang M, Hami Z. The Effect of NaY nano-Zeolite on the Mechanical Properties of Silicon Insoles. Silicon. 2022;14(15):9695-700.
3. Levangie PK, Norkin CC. Joint structure and function: a comprehensive analysis: FA Davis; 2011.
4. Cham MB, Mohseni-Bandpei MA, Bahramizadeh M, Forogh B, Kalbasi S, Biglarian A. Effects of vibro-medical insoles with and without vibrations on balance control in diabetic patients with mild-to-moderate peripheral neuropathy. Journal of Biomechanics. 2020;103:109656.
5. Dobson JA, Riddiford-Harland DL, Bell AF, Wegener C, Steele JR. Effect of shaft stiffness and sole flexibility on perceived comfort and the plantar pressures generated when walking on a simulated underground coal mining surface. Applied ergonomics. 2020;84:103024.
6. Nawaz A, Khan U, Zaheer A, Shahzadi A. Prevalence of heel spur in teachers. Pakistan Journal of Physical Therapy (PJPT). 2022.
7. Aydin L, Küçük S, Çetinarslan B, Cantürk Z, Peker A, Ege M, et al., editors. Development and biomechanical validation of medical insoles to prevent foot ulcers on diabetic patients by means of thermoplastic elastomers and additive manufacturing technologies. 2019 Medical Technologies Congress (TIPTEKNO); 2019: IEEE.
8. Haris F, Liau B-Y, Jan Y-K, Akbari VBH, Primanda Y, Lin K-H, et al. A review of the plantar pressure distribution effects from insole materials and at different walking speeds. Applied Sciences. 2021;11(24):11851.
9. Hurwitz DE, Sumner DR, Block JA. Bone density, dynamic joint loading and joint degeneration. Cells Tissues Organs. 2001;169(3):201-9.
10. Açak M. The effects of individually designed insoles on pes planus treatment. Scientific Reports. 2020;10(1):19715.
11. Shuang J, Haron A, Massey G, Mansoubi M, Dawes H, Bowling FL, et al. The effect of calcaneus and metatarsal head offloading insoles on healthy subjects' gait kinematics, kinetics, asymmetry, and the implications for plantar pressure management: A pilot study. Plos one. 2024;19(5):e0303826.
12. Özmanevra R, Angin S, Günal İH, Elvan A. Effect of different insole materials on kinetic and kinematic variables of the walking gait in healthy people. Journal of the American Podiatric Medical Association. 2018;108(5):390-6.
13. Khan SS, Khan SJ, Usman J. Effects of toe-out and toe-in gait with varying walking speeds on knee joint mechanics and lower limb energetics. Gait & posture. 2017;53:185-92.
14. Li B, Zhang X. The dynamic characteristics of the center of pressure for toe-out gait:

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2025-01-15]

implications for footwear design. Journal of Leather Science and Engineering. 2022;4(1):12.

15. Yucel U, Kucuksen S, Cingoz HT, Anlıacik E, Ozbek O, Salli A, et al. Full-length silicone insoles versus ultrasound-guided corticosteroid injection in the management of plantar fasciitis: a randomized clinical trial. Prosthetics and orthotics international. 2013;37(6):471-6.
16. Yoo SD, Kim HS, Lee JH, Yun DH, Kim DH, Chon J, et al. Biomechanical parameters in plantar fasciitis measured by gait analysis system with pressure sensor. Annals of rehabilitation medicine. 2017;41(6):979-89.
17. Cervera-Garvi P, Aguilar-Núñez D, Páez-Moguer J, Jerez JM, Navarro-Ledesma S. Differences in the Impact of Plantar Fasciopathy on the Spatio-Temporal Gait Parameters between Participants with Bilateral Plantar Fasciopathy and Healthy Subjects: A Cross-Sectional Study. Applied Sciences. 2023;13(4):21.۳۳
18. Park S-Y, Park D-J. Changes of gait pattern, muscle activity, and perceived comfort in response to variations of height-elevating insoles in young adults. Journal of exercise rehabilitation. 2018;14(1):100.
19. Nagano H, Begg R. A shoe-insole to improve ankle joint mechanics for injury prevention among older adults. Ergonomics. 2021;64(10):1271-80.
20. Karimi MT. Toe-in Gait, Associated Complications, and Available Conservative Treatments: A Systematic Review of Literature. Journal of Korean Foot and Ankle Society. 2023;27(1):17-23.
21. Alcock L, Galna B, Perkins R, Lord S, Rochester L. Step length determines minimum toe clearance in older adults and people with Parkinson's disease. Journal of biomechanics. 2018;71:30-6.
22. Espy DD, Yang F, Bhatt T, Pai Y-C. Independent influence of gait speed and step length on stability and fall risk. Gait & posture. 2010;32(3):378-82.
23. De Pieri E, Romkes J, Wyss C, Brunner R, Viehweger E. Altered muscle contributions are required to support the stance limb during voluntary toe-walking. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology. 2022;10:810560.
24. Chang A, Hurwitz D, Dunlop D, Song J, Cahue S, Hayes K, et al. The relationship between toe-out angle during gait and progression of medial tibiofemoral osteoarthritis. Annals of the rheumatic diseases. 2007;66(10):1271-5.
25. Wang Y, Mei Q, Jiang H, Hollander K, Van den Berghe P, Fernandez J, et al. The Biomechanical Influence of Step Width on Typical Locomotor Activities: A Systematic Review. Sports Medicine-Open. 2024;10(1):83.
26. Gonzales AS, Saber AY, Ampat G, Mendez MD. Intoeing. 2018.
27. Li Y, Leong J. Intoeing gait in children. 1999.
28. Thong-On S, Bovonsunthonchai S, Vachalathiti R, Intiravoranont W, Suwannarat S, Smith R. Effects of strengthening and stretching exercises on the temporospatial gait parameters in patients with plantar fasciitis: A randomized controlled trial. Annals of rehabilitation medicine. 2019;43(6):662-76.
29. Yick KL, Tse C. Textiles and other materials for orthopaedic footwear insoles. Handbook of footwear design and manufacture: Elsevier; 2013. p. 341-71.
30. Urabe Y, Maeda N, Kato S, Shinohara H, Sasadai J. Effect of shoe insole for prevention

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2025-01-15]

and treatment of lower extremity injuries. The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine. 2014;3(4):385-98.

31. Li L, Yang L, Yu F, Shi J, Zhu L, Yang X, et al. 3D printing individualized heel cup for improving the self-reported pain of plantar fasciitis. Journal of translational medicine. 2018;16:1-11.
32. Epishev V, Yakovleva G, Fedorova K. Individual silicone insole design and assessment of effectiveness. Minerva Ortopedica e Traumatologica. 2018;69(3):55-9.
33. Cao Y, Zhuang H, Zhang X, Guo R, Pang H, Zheng P, et al. Impact of foot progression angle on spatiotemporal and plantar loading pattern in intoeing children during gait. Scientific Reports. 2024;14(1):1-11.
34. Neptune RR, Sasaki K. Ankle plantar flexor force production is an important determinant of the preferred walk-to-run transition speed. Journal of Experimental Biology. 2005;208(5):799-808.
35. Winter DA. Biomechanics and motor control of human gait: normal, elderly and pathological1991.
36. Nigg B, Wakeling J. Impact forces and muscle tuning: a new paradigm. Exercise and sport sciences reviews. 2001;29(1):37.۴۱-
37. Cui W, Wang C, Chen W, Guo Y, Jia Y, Du W, et al. Effects of toe-out and toe-in gaits on lower-extremity kinematics, dynamics, and .

electromyography. Applied Sciences. 2019;9(23):5245.

38. Ribeiro AP, João SMA. The effect of short and long-term therapeutic treatment with Insoles and shoes on pain, function, and plantar load parameters of women with plantar fasciitis: a randomized controlled trial. Medicina. 2022;58(11):1546.
39. Lin C-Y, Chen P-Y, Wu S-H, Shau Y-W, Wang C-L. Biomechanical effects of plastic heel cup on plantar fasciitis patients evaluated by ultrasound shear wave elastography. Journal of Clinical Medicine. 2022;11(8):2150.
40. Nagano H, Begg RK. Shoe-insole technology for injury prevention in walking. Sensors. 2018;18(5):1468.
41. Shashikant SV. The Efficacy of Orthotics or Insoles and Stretching Exercises for Pain Relief in Patients with Plantar Fascitis: Rajiv Gandhi University of Health Sciences (India); 2012.
42. Rosenbaum D, Becker HP. Plantar pressure distribution measurements. Technical background and clinical applications. Foot and ankle surgery. 1997;3(1):1-14

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2025-01-15]