Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

September and October 2023. Volume 12. Num 4

Research Paper

Long-term Effect of Using Inner And Outer Medical Insoles on Dynamics of Lower Limb Joints in Men With Mild Leg Length Discrepancy During the Stance Phase of Gait: A Randomized Clinical Trial

Fereshteh Habibi Tirtashi[1], ***Mansour Eslami**[1], **Mohammad Taghipour**[2]

1. Department of Sport Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran.
2. Department of Physiotherapy, Faculty of Rehabilitation, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Habibi Tirtashi F, Eslami M, Taghipour M. [Long-term Effect of Using Inner And Outer Medical Insoles on Dynamics of Lower Limb Joints in Men With Mild Leg Length Discrepancy During the Stance Phase of Gait: A Randomized Clinical Trial (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2023; 12(4):702-715. https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.4.6

https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.4.6

ABSTRACT

Background and Aims The use of medical insoles is one of the non-surgical treatment methods for improving the gait pattern of individuals with leg length discrepancy (LLD). However, the long-term effect of insoles on lower limb joint dynamics in these individuals is still unclear. This study aims to investigate and compare the long-term effect of inner and outer insoles on selected dynamics variables of the lower limb joints in men with LLD during the stance phase of gait.

Methods This is a randomized clinical trial with a pre-test/post-test design on 18 men with mild LLD, randomly divided into two parallel groups of inner insole and outer insole. Selected dynamics parameters were measured by six cameras and a force plate during the stance phase of gait. Both groups used the insole for 12 weeks for at least four hours per day. Repeated-measures ANCOVA was used to test the hypothesis. P≤0.05 was statistically significant.

Results After 12 weeks of using insoles, the peak lateral pelvic tilt decreased significantly in the inner insole group (P=0.041 for short leg, and P=0.008 for long leg) and outer insole group (P=0.026 for short leg, P=0.007 for long leg). The peak knee abduction moment (P=0.022 for inner insole, P=0.007 for outer insole) and peak hip abduction moment (P=0.006 for inner insole, P=0.005 for outer insole) also decreased significantly. In the outer insole group, the peak anterior pelvic tilt showed a significant change in the post-test stage compared to the pre-test stage (P=0.014 for short leg, and P=0.033 for long leg). There was no significant difference between the two groups in the selected dynamics variables (P>0.05).

Conclusion The long-term use of inner and outer medical insoles, by causing a change in the lower limb joint dynamics, can lead to a positive adaptation in men with mild LLD. There is no significant difference in the long-term effect of inner and outer insoles.

Keywords Insole, Leg length discrepancy, Long-term effect, Lower limb dynamics, Walking

Received: 11 Aug 2021
Accepted: 17 Aug 2021
Available Online: 23 Sep 2023

Corresponding Author:
Mansour Eslami, Associate Professor.
Address: Department of Sport Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran.
Tel: +98 (11) 25342201
E-Mail: mseslami@gmail.com

Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

Extended Abstract

Introduction

In individuals with leg length discrepancy (LLD) due to compensatory mechanisms during walking, injuries such as scoliosis, lumbar, hip and knee osteoarthritis, and femoral and tibial stress fractures can be predicted. The inner and outer insoles of shoes can be used as a treatment to improve the gait pattern of individuals with LLD. However, the long-term effect of insoles on lower limb dynamics in these individuals is still unclear. Ina addition, it is not known which of the inner and outer insoles can have better effects on the dynamics of the lower limb joints during walking. The effect of inner and outer insoles of the shoe has not been studied simultaneously in individuals with LLD. This study aimed to investigate and compare the long-term effect of both inner and outer insoles on selected dynamic variables of the lower extremities in men with LLD during the stance phase of gait.

Materials and Methods

This is a randomized clinical trial. Eighteen men with LLD of 1-2.5 cm aged 40-60 years were selected as the study samples using purposive and convenience sampling method, and were randomly divided into two groups of inner and outer insoles. In the pre-test stage, the subjects were asked to perform the walking test under the speed controlled by the stopwatch while wearing shoes without insoles. The kinetic and kinematic data three dimensional, recorded by six cameras (sampling rate of 200 Hz) and a force plate (sampling rate of 1000 Hz). The study variables were the anterior and lateral pelvic tilts of the short and long leg, knee and hip abduction moments of the long leg, and the plantar flexor moment of the short leg.

To calculate these variables, joint rotation matrices according to the Cardan sequence, anthropometric tables for the moment of inertia, and Newton-Euler inverse dynamics equations for the muscle moment were used. After the pre-test assessments, one group was given the inner insole of the shoe and the other group was given the outer insole of the shoe, and they were asked to use them for at least four hours a day for 12 weeks. The insoles used in the study were semi-customized, made of semi-hard foam with ethylene-vinyl acetate, according to the leg length discrepancy and the foot size of each subject. After 12 weeks of using the insoles, the subjects of both groups underwent the post-test assessments.

To examine the within-group and between-group differences in the dynamic variables, due to the normality of data distribution and control of the intervening factor (difference in the leg length discrepancy), repeated measures analysis of covariance was used. $P \leq 0.05$ was statistically significant.

Results

According to the results, 12 weeks of using the inner insoles caused a significant change in the variables of the peak lateral pelvic tilt and the peak knee and hip abduction moment compared to the pre-test values ($P<0.05$). The peak lateral pelvic tilt increased by 7.21% in the short leg, and decreased by 6.44% in the long leg. The peak knee and hip abduction moment of the long leg also decreased after 12 weeks in the inner insole group by 14.03% and 10%, respectively. However, in this group, there was no significant difference in the peak anterior pelvic tilt ($P=0.366$ for the short leg and, $P=0.169$ for the long leg) and plantar flexor moment of the short leg ($P=0.198$).

The outer insole group showed a significant difference in the peak lateral and anterior pelvic tilts, and the peak knee and hip abduction moment in the post-test stage compared to the pre-test values ($P<0.05$). In this group, the peak lateral pelvic tilt increased by 10.56% in the short leg and decreased by 7.61% in the long leg. The peak anterior pelvic tilt increased by 2.98% in the short leg and decreased by 3.55% in the long leg. The peak knee and hip abduction moment in this group decreased by 19.64% and 14.13%, respectively. However, there was no significant difference in the peak plantar flexor moment of the short leg between the pre-test and post-test stages ($P=0.123$). In addition, the between-group comparison showed that no significant difference between the two groups in the selected dynamics variables after 12 weeks of insole use ($P>0.05$).

Conclusion

According to the results of the present study, 12 weeks of using inner and outer insoles can improve lateral and anterior pelvic tilts and reduce moment of the lower limb joints during walking in men with mild LLD. It has a long-term positive effect in these individuals that may lead to new compensatory movement patterns and subsequently preventing lumbar spine injuries and osteoarthritis of the knee and hip joints in these individuals. There is no significant difference between the effects of inner and outer insoles.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles such as obtaining informed consent from the participants, the confidentiality of their information, and allowing them to leave the study, were considered. Ethical approval was obtained from the Research Ethics Committee of the University of Mazandaran (Code: IR.UMZ.REC.1397.050). The study was registered by the Iranian Registry of Clinical Trials (IRCT) (IRCT20190718044261N1).

Funding

This article was extracted from the PhD thesis of Fereshteh Habibi Tirtashi registered by the Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Mazandaran. This study was funded by the Iran National Science Foundation (Grant number: 97013060).

Authors' contributions

Investigation, methodology, data collection and analysis, software and writing: Fereshteh Habibi Tirtashi; Project administration, methodology, writing, and editing: Mansour Eslami; Methodology, sources, and editing: Mohammad Taghipour.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors wish to thank the officials of the biomechanics laboratory, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, University of Mazandaran, and all participants for their cooperation in this study.

مقاله پژوهشی

اثر طولانی‌مدت کفی کفش بر دینامیک مفاصل اندام تحتانی در مردان با اختلاف طول اندام پا طی فاز استقرار راه رفتن: یک کارآزمایی بالینی تصادفی

فرشته حبیبی تیرتاشی[۱]، *منصور اسلامی[۱]، محمد تقی‌پور[۲]

۱. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.
۲. گروه فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران.

Use your device to scan and read the article online

Citation Habibi TirtashiF, Eslami M, Taghipour M. [Long-term Effect of Using Inner And Outer Medical Insoles on Dynamics of Lower Limb Joints in Men With Mild Leg Length Discrepancy During the Stance Phase of Gait: A Randomized Clinical Trial (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2023; 12(4):702-715. https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.4.6

https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.4.6

CC BY

چکیده

مقدمه و اهداف کفی‌های طبی ازجمله درمان‌های غیرجراحی هستند که برای بهبود الگوی راه رفتن افراد با اختلاف طول اندام پا توصیه می‌شوند. باوجوداین اثرگذاری طولانی‌مدت کفی‌ها بر دینامیک اندام تحتانی در این افراد هنوز مبهم است. هدف این مطالعه بررسی و مقایسه اثر طولانی‌مدت دو کفی داخلی و خارجی کفش بر متغیرهای منتخب دینامیکی اندام تحتانی در مردان با اختلاف طول اندام پا طی فاز استقرار راه رفتن بود.

مواد و روش‌ها مطالعه حاضر، یک کارآزمایی بالینی تصادفی‌شده با طرح پیش‌آزمون پس‌آزمون بود که در آن ۱۸ مرد با اختلاف طول اندام پای خفیف انتخاب و به‌طور تصادفی به دو گروه مساوی کفی داخلی و کفی خارجی تقسیم شدند. زاویه تیلت جانبی و قدامی لگن و گشتاور مفاصل اندام تحتانی در پیش‌آزمون توسط ۶ دوربین و ۱ تخته نیروسنج در طی فاز استقرار راه رفتن جمع‌آوری شد. هر دو گروه به‌مدت ۱۲ هفته و روزانه حداقل به‌مدت ۴ ساعت از کفی موردنظر استفاده کردند و سپس در پس‌آزمون شرکت کردند. برای آزمون فرضیات از تحلیل کوواریانس با اندازه‌گیری مکرر استفاده شد ($P\leq ۰/۰۵$).

یافته‌ها نتایج آماری نشان داد پس از ۱۲ هفته استفاده از هر دو کفی داخلی و خارجی کفش، میزان اوج زاویه تیلت جانبی لگن (کفی داخلی: اندام کوتاه $P=۰/۰۴۱$، اندام بلند $P=۰/۰۰۸$ و کفی خارجی: اندام کوتاه $P=۰/۰۲۶$، اندام بلند $P=۰/۰۰۷$) و اوج گشتاور ابداکتوری مفصل زانو (کفی داخلی: $P=۰/۰۲۲$، کفی خارجی: $P=۰/۰۰۷$) و ران (کفی داخلی: $P=۰/۰۰۶$، کفی خارجی: $P=۰/۰۰۵$) به‌طور معناداری کاهش یافت. همچنین در گروه کفی خارجی میزان اوج تیلت قدامی لگن نیز در پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون تغییر معنادار نشان داد (اندام کوتاه $P=۰/۰۱۴$، اندام بلند $P=۰/۰۳۳$). بااین‌حال تفاوت معناداری بین دو گروه در متغیرهای دینامیکی اندام تحتانی مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری نتایج پژوهش حاضر نشان داد استفاده طولانی‌مدت از هر دو کفی داخلی و خارجی کفش با تغییر در دینامیک اندام تحتانی، سبب ایجاد سازگاری مثبت در افراد با اختلاف طول اندام پای خفیف شد. بااین‌حال تفاوتی در میزان اثرگذاری طولانی‌مدت بین کفی داخلی و خارجی کفش وجود نداشت.

کلیدواژه‌ها کفی، اختلاف طول اندام پا، اثر طولانی‌مدت، دینامیک اندام تحتانی، راه رفتن

تاریخ دریافت: ۲۰ مرداد ۱۴۰۰
تاریخ پذیرش: ۲۶ مرداد ۱۴۰۰
تاریخ انتشار: ۰۱ مهر ۱۴۰۲

* **نویسنده مسئول:**
دکتر منصور اسلامی
نشانی: بابلسر، دانشگاه مازندران، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی.
تلفن: ۲۵۳۴۲۲۰۱ (۱۱) ۹۸+
رایانامه: mseslami@gmail.com

مقدمه

اختلاف طول اندام پا[1] یا کوتاهی اندام تحتانی که به‌عنوان نامتقارن بودن طول دو اندام تحتانی تعریف می‌شود [۱]، یکی از مشکلات عضلانی‌اسکلتی نسبتاً شایع در جوامع گوناگون است، به‌طوری‌که در حدود ۴۰ تا ۷۰ درصد از جمعیت جهان به آن مبتلا هستند [۲]. چنین مطرح شده است که حداقل ۱ نفر از هر ۱۰۰۰ نفر به اختلاف طول اندام پا، بزرگتر از ۲۰ میلی‌متر مبتلاست [۳]. مطالعات مختلفی نشان داده‌اند که اختلاف طول اندام پا باعث ایجاد تغییراتی در راه رفتن در مقایسه با افراد سالم می‌شود [۴-۶]. این تغییرات نشان‌دهنده استفاده از مکانیسم جبرانی بلند کردن اندام پای کوتاه با رفتن روی پنجه پا یا خم کردن زانوی اندام پای بلند برای کاهش جابه‌جایی مرکز ثقل بدن و هزینه انرژی طی راه رفتن در این افراد است [۲]. باتوجه‌به حرکات جبرانی ایجادشده، پارامترهای دینامیکی مانند زاویه لگن در سطح فرونتال و ساجیتال، گشتاور ابداکتوری مفصل ران و زانو و گشتاور پلانتار فلکسوری مفصل مچ پا افزایش می‌یابد و درنهایت فرد را در معرض آسیب‌های اسکلتی‌عضلانی قرار می‌دهد [۱، ۶]. مطالعات گذشته نقش اختلاف طول اندام پا را در بروز آسیب‌هایی چون اسکولیوز [۷]، استئوآرتریت مفاصل کمر، ران و زانو [۶]، شکستگی‌های استرسی در استخوان درشت‌نئی و ران [۴] و اختلالات راه رفتن [۸] گزارش کردند. براین‌اساس درمان مناسب برای کاهش این قبیل آسیب‌ها و بهبود عملکرد در افراد مبتلا به اختلاف طول اندام پا مورد نیاز است.

ارتزها یا کفی‌های طبی ازجمله درمان‌های غیرجراحی هستند که برای بهبود الگوی راه رفتن افراد با اختلاف طول اندام پا کمتر از ۶۰ میلی‌متر و پیشگیری از بروز آسیب‌هایی که متعاقب مکانیسم‌های جبرانی اندام تحتانی در این افراد اتفاق می‌افتد، توصیه می‌شوند [۱، ۴، ۸]. این کفی‌ها شامل کفی داخلی و خارجی کفش[2] هستند که به‌طور رایج برای جبران اختلاف طول اندام پا استفاده می‌شوند. مطالعات محدود انجام‌شده نتایج متناقضی را درزمینه اثرگذاری کفی داخلی کفش بر کینماتیک اندام تحتانی در افراد با اختلاف طول اندام پا طی راه رفتن گزارش کردند [۹، ۱۰]. برای مثال نتایج تحقیقات گذشته نشان داد استفاده طولانی‌مدت از کفی داخلی کفش تفاوت معناداری را بر شیب جانبی لگن و همچنین دامنه حرکتی و سرعت زاویه‌ای مفاصل ران، زانو و مچ پا در افراد با اختلاف طول اندام پا، ساختاری به میزان ۵ تا ۲۰ میلی‌متر طی فاز استقرار راه رفتن ایجاد نکرده است [۱۱، ۱۲]، درحالی‌که در مطالعه بنگرتر و همکاران و آشور و همکاران گزارش شده است که استفاده ۸ هفته‌ای از کفی داخلی کفش به‌ترتیب در افراد با اختلاف طول اندام پا، ساختاری به میزان ۲۰ تا ۶۰ و ۵ تا ۲۰ میلی‌متر باعث کاهش معنادار در شیب جانبی لگن، زاویه ابداکشن ران اندام پای کوتاه و زاویه اداکشن ران اندام پای بلند شده است [۱۳، ۱۴].

علاوه‌بر نتایج متناقض، در ادبیات تحقیق بیان شده است که یکی از شایع‌ترین علل صدمات اسکلتی‌عضلانی در افراد مبتلا به اختلاف طول اندام پا، تغییر در نیروی مفاصل و گشتاور اندام تحتانی به‌دلیل وجود مکانیسم‌های جبرانی طی راه رفتن در این افراد می‌باشد [۱۵، ۱۶]. بااین‌حال، مطالعات گذشته اثر کفی داخلی کفش را بر متغیرهای دینامیکی مرتبط با آسیب بررسی نکرده‌اند. به‌عبارت‌دیگر هنوز مشخص نیست که آیا تغییر در زوایای لگن و مفاصل اندام تحتانی به‌دلیل استفاده از کفی داخلی کفش می‌تواند بر متغیرهای دینامیکی طی راه رفتن تأثیر بگذارد یا خیر؟ درنتیجه جهت بررسی اثرات کفی داخلی کفش بر دینامیک اندام تحتانی به مطالعات بیشتری نیاز است.

از سوی دیگر در تحقیقات گذشته گزارش شده است که استفاده طولانی‌مدت از کفی داخلی کفش به‌دلیل قرارگیری پا در وضعیت پلانتار فلکشن می‌تواند منجر به التهاب مفاصل در قسمت میانی پا به‌دلیل افزایش فشار در قسمت جلویی شود [۱، ۱۷]. بنابراین برخی از محققین کفی خارجی کفش را جهت کاهش بروز این آسیب‌ها توصیه کردند [۱۷، ۱۸]. این کفی ارتفاع یکسانی از پاشنه تا پنجه پا دارد، فاقد هرگونه شیب می‌باشد و در قسمت زیره کفش قرار می‌گیرد؛ بنابراین پا در داخل کفش حالت نرمال خواهد داشت. براساس دانش ما تاکنون مطالعه‌ای اثر کفی خارجی کفش را بر دینامیک اندام تحتانی مورد بررسی قرار نداده است.

بااین‌حال در مطالعات گذشته، کاهش کمردرد و بهبود عملکرد حرکتی در اثر استفاده از کفی خارجی کفش در افراد با اختلاف طول اندام پا گزارش شده است [۱۹، ۲۰]. به همین منظور برخی از پژوهشگران ادعا می‌کنند در اختلاف طول اندام پا بیش از ۱۰ میلی‌متر، بهتر است از کفی خارجی کفش در مقایسه با کفی داخلی استفاده شود [۲۰]، درحالی‌که برخی دیگر در اختلاف طول اندام پا کمتر از ۶۰ میلی‌متر بر استفاده از کفی داخلی کفش تأکید دارند [۱۰]. اینکه کدام یک از این دو کفی کفش می‌توانند اثرات بهتری بر دینامیک مفاصل اندام تحتانی طی راه رفتن داشته باشند، هنوز مورد سؤال است و تاکنون اثر آن‌ها به‌طور هم‌زمان در افراد با اختلاف طول اندام پا مورد بررسی قرار نگرفته است. بنابراین باتوجه‌به مراتب بالا و اینکه افراد با اختلاف طول اندام پا در معرض آسیب‌های ناشی از مکانیسم‌های جبرانی قرار دارند، هدف از مطالعه حاضر بررسی و مقایسه اثر طولانی‌مدت دو کفی داخلی و خارجی کفش بر پارامترهای منتخب دینامیکی مفاصل اندام تحتانی در افراد با اختلاف طول اندام پا طی مرحله استقرار[3] راه رفتن بود.

1. Leg Length Discrepancy (LLD)
2. Internal and External Shoe Insole
3. Stance

مواد و روش‌ها

در این پژوهش نیمه‌آزمایشی، ۱۸ مرد با اختلاف طول اندام پا ساختاری به میزان ۱ تا ۲/۵ سانتی‌متر با دامنه سنی ۴۰ تا ۶۰ سال به‌عنوان نمونه آماری به‌صورت هدفمند و دردسترس انتخاب شدند. حجم نمونه براساس نرم‌افزار جی‌پاور[4] با توان آماری برابر با ۸۰ درصد و سطح معناداری ۰/۰۵ تعیین شد [۲۱]. سلامت جسمانی کلیه آزمودنی‌ها قبل از اجرای پروتکل پژوهشی توسط پزشک متخصص به‌طور کامل ارزیابی شد و آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه پروتکل تحقیقی را امضا کردند. بررسی‌های کلینیکی اولیه شامل تشخیص اختلاف طول اندام پا، تعیین علت بروز اختلاف طول اندام پا، بررسی انحرافات ستون فقرات همچون وجود اسکولیوز ساختاری در ناحیه فقرات کمری و بررسی بدشکلی‌های اندام تحتانی نظیر زانوی پرانتزی و ضربدری و نوع کف پا بود. در ادبیات تحقیق بیان شده است که مکانیسم‌های جبرانی استفاده‌شده در افراد با اختلاف طول اندام پا طی راه رفتن براساس نوع کوتاهی ساختاری، متفاوت خواهد بود [۲۲].

براین‌اساس در پژوهش حاضر جهت یکسان‌سازی آزمودنی‌ها، افرادی که اختلاف طول اندام پا به میزان ۱ تا ۲/۵ سانتی‌متر به‌دلیل کوتاهی یک‌طرفه طول استخوان ران در اثر شکستگی داشتند، وارد تحقیق شدند. عدم داشتن سابقه شکستگی یا جراحی مفاصل اندام تحتانی، عدم سابقه آسیب لیگامانی یا منیسک در زانو و عدم سابقه استفاده از کفش و کفی طبی در ۶ ماه قبل از زمان تست‌گیری و عدم سابقه مشکلات تعادلی و روان‌شناختی به‌عنوان معیار ورود به تحقیق و همچنین عدم تمایل فرد به استفاده از کفی کفش در طی انجام مطالعه به‌عنوان معیار خروج از تحقیق در نظر گرفته شد. احراز این متغیرها از ارزیابی بالینی پزشک متخصص و همچنین، اطلاعات حاصل از پرسش‌نامه اطلاعات فردی امکان‌پذیر شد. طرح پژوهش در کمیته اخلاق دانشگاه مازندران تأیید شد.

آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی به دو گروه کفی داخلی و خارجی کفش تقسیم شدند. در طی فرآیند تصادفی‌سازی، به تمام شرکت‌کنندگان در پژوهش حاضر عددی اختصاص داده شد. سپس با استفاده از قرعه‌کشی افراد موردنیاز برای هر گروه انتخاب شدند. قبل از شروع آزمون ابتدا اطلاعات مربوط به جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها اندازه‌گیری و ثبت شد. قد آزمودنی‌ها به‌وسیله قد سنج دیجیتال سگا (مدل ووگل و هالک[5]، ساخت کشور آلمان) و وزن آن‌ها با استفاده از تخته نیروسنج (کیستلر، وینترثور، سوئیس ۴۰×۶۰ سانتی‌متر، ۱۰۰۰ هرتز) اندازه‌گیری شد. در مرحله اول تست‌گیری از آزمودنی‌ها خواسته شد در شرایط فقط کفش بدون کفی تست راه رفتن را اجرا کنند.

متغیرهای کینماتیکی و کینتیکی موردنظر در پژوهش حاضر شامل زاویه تیلت جانبی و قدامی لگن سمت اندام پای کوتاه و بلند، گشتاور ابداکتوری مفصل زانو و ران اندام پای بلند و گشتاور پلانتار فلکسوری مچ پای اندام کوتاه بود.

براساس ادبیات تحقیق و باتوجه‌به مکانیسم‌های جبرانی ایجادشده در افراد با اختلاف طول اندام پا، افزایش میزان اوج زاویه تیلت جانبی و قدامی لگن سمت اندام پای کوتاه و کاهش میزان اوج زاویه تیلت جانبی و قدامی سمت اندام پای بلند، کاهش میزان اوج گشتاور ابداکتوری مفصل زانو و ران و میزان اوج گشتاور پلانتار فلکسوری مچ پای اندام کوتاه طی راه رفتن نشان‌دهنده تأثیر مثبت کفی کفش خواهد بود [۵، ۸]. جمع‌آوری داده‌های کینتیک و کینماتیک مورد نیاز به‌صورت سه بعدی بود که توسط نرم‌افزار اس‌ای‌ام‌ای موشن[6] (مدل 85716Unter-schleisshem ساخت کشور آلمان، نسخه ۸/۵ سال ۲۰۱۰) در آزمایشگاه بیومکانیک دانشگاه مازندران ثبت شد. بدین منظور از ۶ دوربین (JVC-9X00؛ 200Hz)، یک تخته نیروسنج (کیستلر، وینترثور، سوئیس ۴۰ ×۶۰ سانتی‌متر، ۱۰۰۰ هرتز)، ۱۱ نشانگر منعکس‌کننده نور با قطر ۱ سانتی‌متر و ۲ نشانگر خوشه‌ای استفاده شد که هرکدام از نشانگرهای خوشه‌ای محتوی ۴ نشانگر منعکس‌کننده نور هستند. دوربین‌ها به‌صورت چتری در سمت راست مسیر راه رفتن به گونه‌ای چیده شده بودند که اشراف کامل بر همه نشانگرهای متصل بر روی لندمارک‌ها یا برجستگی‌های استخوانی داشته باشند. سرعت راه رفتن به‌وسیله کرنومتر دستی (مدل HS43Tساخت کشور ژاپن) کنترل شد و برابر با ۱/۲۶±۰/۱۴ متر بر ثانیه بود [۲۳].

جهت ثبت داده‌های کینماتیکی به‌صورت سه بعدی ابتدا همه نشانگرها روی لندمارک‌های خار خاصره‌ای قدامی فوقانی راست و چپ، وسط مفصل خاجی-خاصره‌ای، اپی‌کندیل خارجی و داخلی ران، قوزک خارجی و داخلی، برجستگی پاشنه، انتهای استخوان پنجم کف پایی، انتهای استخوان اول کف پایی، سر دیستال انگشت دوم و دو نشانگر خوشه‌ای بر روی ران و ساق قرار گرفتند [۲۴]. در ادامه، کوشش ایستا در حالی ثبت شد که فرد برای چند ثانیه در وضعیت آناتومیک قرار داشت (تصویر شماره ۱). سپس نشانگرهای ایستا برداشته شد و درحالی‌که فقط نشانگرهای رهگیری روی خار خاصره‌ای قدامی فوقانی راست و چپ، وسط مفصل خاجی-خاصره‌ای، برجستگی پاشنه، انتهای استخوان پنجم کف پایی، انتهای استخوان اول کف پایی، سر دیستال انگشت دوم و دو نشانگر خوشه‌ای بر روی ران و ساق متصل بودند، تلاش‌های راه رفتن ثبت شد.

4. G. Power
5. Vogel & Halke
6. SIMI Motion

تصویر ۱. مدل مارکرست مورد استفاده در پژوهش حاضر

طب توانبخشی

این روند اجرای آزمون برای پای چپ و راست به‌صورت جداگانه انجام شد. از هر آزمودنی در هر شرایط ۵ تلاش صحیح ثبت و از میانگین تلاش‌های مربوطه در تجزیه‌وتحلیل آماری استفاده شد. به آزمودنی‌ها قبل از اجرای آزمون فرصت کافی برای گرم کردن، تنظیم سرعت و تنظیم گام داده شد. قبل از محاسبه متغیرها از داده‌های خام به‌دست‌آمده، ابتدا داده‌های کینماتیکی و کینتیکی توسط فیلتر باتروورث سطح ۴ و به‌ترتیب با فرکانس برشی ۶ و ۲۰ هرتز هموار شدند. ماتریس‌های چرخش مفاصل بر طبق توالی کاردان محاسبه شد [۲۵]. از جدول پیکرسنجی برای محاسبه مقادیر گشتاور اینرسی [۲۶] و معادلات دینامیک معکوس نیوتن-اولر برای محاسبه مقادیر گشتاور عضلانی استفاده شد [۲۵]. مقادیر گشتاور براساس نسبتی از جرم بدن همسان‌سازی شد. تمام محاسبات در محیط نرم‌افزار متلب نسخه ۲۰۱۶ انجام شد.

پس از تست‌گیری در مرحله اول به یک گروه کفی داخلی کفش و به گروه دیگر کفی خارجی کفش داده شد و از آن‌ها خواسته شد تا کفی کفش را روزانه حداقل ۴ ساعت به‌مدت ۱۲ هفته استفاده کنند. کفی‌های کفش مورداستفاده در مطالعه به‌صورت نیمه سفارشی دقیقاً برابر با میزان اختلاف طول اندام پا و سایز پای هر آزمودنی، از فوم نیمه‌سخت با جنس اتیلن وینل استات ساخته شده بودند. تنها در کفی داخلی کفش یک لایه نازک چرمی در قسمت روی کفی قرار داده شده بود تا علاوه‌بر داشتن ظاهری بهتر از پوست در مقابل تحریک و تعریق محافظت کند. کفی داخلی در ناحیه پاشنه تا پنجه پا در داخل کفش قرار می‌گرفت، به‌گونه‌ای که در قسمت پاشنه پا، ارتفاعی معادل اختلاف طول دو اندام پا داشت و در ناحیه پنجه پا، سطح کفی کاملاً صاف و بدون ارتفاع بود (تصویر شماره ۲)؛ درحالی‌که کفی خارجی در زیر کفش به‌طور سرتاسری قرار داده شد و ارتفاع آن از پاشنه تا پنجه یکسان بود (تصویر شماره ۳).

درواقع دو کفی کفش ازنظر جنس مشابه بودند، اما زاویه شیب متفاوت داشتند. همچنین برای آزمودنی‌های هر دو گروه

تصویر ۲. کفی داخلی کفش مورد استفاده در پژوهش حاضر

طب توانبخشی

طب‌توانبخشی

تصویر ۳. کفی خارجی کفش مورداستفاده در پژوهش حاضر. تصویر بالا کفی را به‌صورت جداگانه و تصویر پایین نمونه‌ای از کفی خارجی متصل‌شده به کفش را نشان می‌دهد.

کفش یکسان تهیه شد و تنها کفی‌ها متفاوت بودند. بعد از اتمام دوره استفاده ۱۲ هفته‌ای از کفی کفش مجدداً از آزمودنی‌های هر دو گروه خواسته شد به آزمایشگاه مراجعه و در تست مرحله دوم شرکت کنند. تمامی شرایط تست‌گیری در مرحله دوم مشابه مرحله اول بود.

جهت تحلیل آماری نتایج ابتدا نرمال بودن توزیع داده‌ها توسط آزمون شاپیرو ویلک[7] بررسی شد. نتایج این آزمون نشان داد توزیع کلیه متغیرهای مورد بررسی نرمال بوده است، بنابراین از آزمون پارامتریک تی مستقل[8] برای مقایسه ویژگی‌های جمعیت‌شناختی بین دو گروه استفاده شد. همچنین جهت مقایسه متغیرهای دینامیکی درون‌گروهی و بین دو گروه باتوجه‌به نرمال بودن توزیع داده‌ها و کنترل متغیر مداخله‌گر (میزان اختلاف طول اندام پا آزمودنی‌ها) از آزمون پارامتریک تحلیل کوواریانس با اندازه‌گیری تکراری استفاده شد. عملیات آماری در محیط نرم‌فزار SPSS نسخه ۲۵ انجام شد. مقدار معناداری آماری نیز در سطح ۰/۰۵ P≤۰ تعیین شد.

7. Shapiro-Wilk
8. Independent Samples T-Test

یافته‌ها

ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها در جدول شماره ۱ ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود در شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده تفاوت معناداری بین گروه‌ها وجود نداشت (۰/۰۵ P>۰). میانگین و انحراف‌معیار متغیرهای منتخب دینامیکی اندام تحتانی طی پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر دو گروه در جدول شماره ۲ ارائه شده است. نتایج آماری تحلیل کوواریانس مربوط به مقایسه پارامترهای دینامیکی طی پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر دو گروه استفاده‌کننده از کفی داخلی و خارجی کفش در جدول شماره ۳ نشان داده شده است.

جدول ۱. مشخصات جمعیت‌شناختی آزمودنی‌های شرکت‌کننده در پژوهش (n=۹)

متغیرهای جمعیت‌شناختی / گروه	میانگین±انحراف‌معیار		P
	کفی داخلی کفش	کفی خارجی کفش	
جرم (کیلوگرم)	۸۰/۸±۲۳/۷۷	۸۲/۹۱±۷/۰۲	۰/۴۸۵
قد (متر)	۱/۶۹±۰/۰۴	۱/۶۹±۰/۰۵	۰/۸۵۶
سن (سال)	۵۶/۵±۴۴/۴۵	۵۳/۵۵±۵/۷۳	۰/۲۲۲
شاخص توده‌بدنی (کیلوگرم/متر مربع)	۹۶/۰۱±۲۷/۲	۲۸/۸۹±۱/۷۱	۰/۳۰۵
اختلاف طول اندام پا (سانتی‌متر)	۱/۶۱±۰/۵۴	۱/۵۵±۰/۵۲	۰/۸۲۹

*مقدار معناداری آماری در سطح ۰/۰ ۵

طب‌توانبخشی

جدول ۲. میانگین و انحراف‌معیار متغیرهای منتخب دینامیکی اندام تحتانی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیر / گروه	میانگین±انحراف‌معیار			
	کفی داخلی کفش		کفی خارجی کفش	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
اوج زاویه تیلت جانبی لگن اندام پای کوتاه (درجه)	۳/۰۵±۱/۱۳	۳/۲۷±۰/۹۲	۲/۸۴±۰/۵۷	۳/۱۴±۰/۵۶
اوج زاویه تیلت جانبی لگن اندام پای بلند (درجه)	۵/۵۹±۰/۶۰	۵/۲۳±۰/۶۲	۵/۲۵±۱/۴۵	۴/۸۵±۱/۴۳
اوج زاویه تیلت قدامی لگن اندام پای کوتاه (درجه)	۷/۱۵±۰/۶۶	۷/۲۳±۰/۷۱	۷/۰۳±۰/۷۱	۷/۲۴±۰/۷۰
اوج زاویه تیلت قدامی لگن اندام پای بلند (درجه)	۹/۱۱±۱/۰۸	۸/۸۴±۰/۹۱	۸/۷۲±۱/۴۰	۸/۴۱±۱/۲۹
اوج گشتاور پلانتار فلکسوری مچ پا اندام کوتاه (نیوتن. متر/کیلوگرم)	۱/۳۳±۰/۱۴	۱/۲۸±۰/۱۵	۱/۳۰±۰/۲۲	۱/۲۲±۰/۱۶
اوج گشتاور ابداکتوری زانو اندام پای بلند (نیوتن. متر/کیلوگرم)	۰/۵۷±۰/۱۱	۰/۴۹±۰/۱۰	۰/۵۶±۰/۱۵	۰/۴۵±۰/۱۷
اوج گشتاور ابداکتوری ران اندام پای بلند (نیوتن. متر/کیلوگرم)	۰/۹۰±۰/۲۲	۰/۸۱±۰/۲۰	۰/۹۲±۰/۱۹	۰/۷۹±۰/۲۰

طب توانبخشی

باتوجه‌به نتایج به‌دست‌آمده، ۱۲ هفته استفاده از کفی داخلی کفش باعث تغییر معنادار در متغیرهای اوج زاویه تیلت جانبی لگن و اوج گشتاور ابداکتوری مفصل زانو و ران در مقایسه با پیش‌آزمون شد (P<۰/۰۵) (جدول شماره ۳). درواقع میزان اوج زاویه تیلت جانبی لگن سمت اندام پای کوتاه ۷/۲۱ درصد افزایش و سمت اندام پای بلند ۶/۴۴ درصد کاهش معنادار نشان داد. میزان اوج گشتاور ابداکتوری مفصل زانو و ران اندام پای بلند نیز پس از ۱۲ هفته در گروه کفی داخلی کفش به‌ترتیب ۱۴/۰۳ درصد و ۱۰ درصد کاهش یافت. بااین‌حال در این گروه تفاوت معناداری در میزان اوج تیلت قدامی لگن (سمت اندام پای بلند P=۰/۳۶۶ و سمت اندام پای بلند P=۰/۱۶۹) و اوج گشتاور پلانتار فلکسوری مچ پای اندام کوتاه (P=۰/۱۹۸) مشاهده نشد (جدول شماره ۳).

همچنین براساس نتایج پژوهش حاضر، گروه کفی خارجی نیز تفاوت معناداری را در میزان اوج زاویه تیلت جانبی و قدامی لگن، و گشتاور ابداکتوری مفصل زانو و ران طی پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون نشان داد (P<۰/۰۵) (جدول شماره ۳). در این گروه میزان اوج زاویه تیلت جانبی لگن سمت اندام پای کوتاه ۱۰/۵۶ درصد افزایش و سمت اندام پای بلند ۷/۶۱ درصد کاهش یافت. همچنین استفاده ۱۲ هفته‌ای از کفی خارجی کفش باعث افزایش معنادار میزان اوج زاویه تیلت قدامی لگن سمت اندام پای کوتاه به میزان ۲/۹۸ درصد و باعث کاهش معنادار همین متغیر در سمت اندام پای بلند به میزان ۳/۵۵ درصد شد. میزان اوج گشتاور ابداکتوری مفصل زانو و ران اندام پای بلند نیز در این گروه به‌ترتیب به میزان ۱۹/۶۴ و ۱۴/۱۳ درصد کاهش یافت. باوجوداین تفاوت معناداری در میزان اوج گشتاور پلانتار فلکسوری مچ پای اندام کوتاه بین پیش و پس‌آزمون وجود نداشت (P=۰/۱۲۳).

جدول ۳. آزمون آماری تحلیل کوواریانس با اندازه‌های تکراری برای متغیرهای منتخب دینامیکی اندام تحتانی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیر / گروه	P (اندازه اثر)		P بین گروهی
	کفی داخلی کفش	کفی خارجی کفش	
اوج تیلت جانبی لگن اندام پای کوتاه	۰/۰۴۱* (۰/۴۷)	۰/۰۲۶* (۰/۵۳)	۰/۵۹۳
اوج تیلت جانبی لگن اندام پای بلند	۰/۰۰۸* (۰/۶۵)	۰/۰۰۷* (۰/۶۶)	۰/۵۹۷
اوج تیلت قدامی لگن اندام پای کوتاه	۰/۳۶۶ (۰/۱۱)	۰/۰۱۴* (۰/۶۰)	۰/۷۰۰
اوج تیلت قدامی لگن اندام پای بلند	۰/۱۶۹ (۰/۲۵)	۰/۰۳۳* (۰/۵۰)	۰/۵۵۹
اوج پلانتار فلکسور مچ پا اندام کوتاه	۰/۱۹۸ (۰/۲۲)	۰/۱۲۳ (۰/۳۰)	۰/۵۰۶
اوج ابداکتور زانو اندام پای بلند	۰/۰۲۲* (۰/۵۵)	۰/۰۰۷* (۰/۶۷)	۰/۷۷۲
اوج ابداکتور ران اندام پای بلند	۰/۰۰۶* (۰/۶۷)	۰/۰۰۵* (۰/۶۹)	۰/۹۴۵

*مقدار معناداری آماری در سطح ۵ ۰/۰

طب توانبخشی

علاوه‌براین نتایج آماری مربوط به مقایسه بین گروه‌ها نشان داد تفاوت معناداری بین دو گروه کفی داخلی و خارجی کفش در متغیرهای منتخب دینامیکی پژوهش پس از ۱۲ هفته استفاده از کفی‌ها وجود نداشت (P>۰/۰۵) (جدول شماره ۳).

بحث

هدف پژوهش حاضر بررسی و مقایسه تأثیر طولانی‌مدت کفی‌های داخلی و خارجی کفش بر پارامترهای دینامیکی منتخب اندام تحتانی در افراد با اختلاف طول اندام پا در مرحله استقرار راه رفتن بود. نتایج تحلیل داده‌های کینماتیکی لگن نشان داد استفاده ۱۲ هفته‌ای از هر دو کفی کفش منجر به کاهش معنادار اوج زاویه تیلت جانبی لگن سمت اندام پای بلند و افزایش معنادار این متغیر در سمت اندام پای کوتاه در شرایط راه رفتن فقط با کفش شد. همچنین کفی خارجی کفش توانست میزان اوج زاویه تیلت قدامی لگن را در سمت اندام پای کوتاه به‌طور معناداری افزایش و در سمت اندام پای بلند کاهش دهد، درحالی‌که استفاده از کفی داخلی کفش تغییری در اوج زاویه تیلت قدامی لگن سمت اندام پای کوتاه و بلند ایجاد نکرد. بااین‌حال طبق نتایج پژوهش حاضر تفاوت معناداری بین دو گروه در میزان اثرگذاری کفی بر تیلت جانبی و قدامی لگن مشاهده نشد.

براین‌اساس به نظر می‌رسد استفاده ۱۲ هفته‌ای از هر دو کفی کفش کینماتیک لگن را طی راه رفتن تقریباً به یک میزان تحت تأثیر قرار می‌دهد. نتایج مطالعه آشور و همکاران با نتایج مطالعه حاضر همسو می‌باشد [۱۴]. بااین‌حال منز[9] و همکاران تفاوت معناداری را در زاویه تیلت قدامی و جانبی لگن قبل و بعد از اعمال مداخله مشاهده نکردند [۱۱]. یکی از دلایل تفاوت نتیجه پژوهش حاضر با مطالعه منز و همکاران طول مدت استفاده از کفی کفش است. در این مطالعه افراد با اختلاف طول اندام پا تنها به‌مدت ۳ هفته از کفی کفش استفاده کردند، درحالی‌که مدت استفاده از کفی کفش در مطالعه حاضر ۱۲ هفته بود. دلیل دیگر تفاوت در نتایج، استراتژی جبران اختلاف طول اندام پا از طریق کفی کفش بود که در مطالعه پیش‌گفت این جبران به میزان ۵۰ درصد اختلاف طول دو اندام پا انجام شد. در صورتی که ارتفاع کفی کفش مورداستفاده در پژوهش حاضر دقیقاً برابر با میزان اختلاف طول اندام پا آزمودنی‌ها بود.

در مطالعه حاضر افزودن هر دو کفی داخلی و خارجی کفش زیر اندام پای کوتاه احتمالاً باعث ایجاد تغییر در ارتفاع ساق و ران پا شده است، به‌گونه‌ای که این امر منجر به افزایش ارتفاع استابولوم سمت اندام پای کوتاه شده و نهایتاً شیب جانبی لگن را جبران کرده است [۲۷]. با جبران شیب جانبی لگن، خط مرکز ثقل نیز به مرکز بدن نزدیک‌تر می‌شود و فعالیت عضلانی و مقدار بار واردشده به مفصل کاهش خواهد یافت [۲۸]. از طرفی چندین مطالعه الکترومایوگرافی[10] بیان کردند که کفی‌های کفش به‌طور قابل توجهی شروع و دامنه فعالیت‌های عضلات کمر و لگن را تغییر می‌دهند [۲۹-۳۲]. براین‌اساس می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً قرار دادن کفی‌های داخلی و خارجی کفش در زیر اندام پای کوتاه باعث توزیع مساوی بار در قسمت عقب پا و درنتیجه ایجاد تقارن در فعالیت عضلات ناحیه لگن شده است. احتمالاً این امر بر موقعیت نسبی لگن تأثیر گذاشته و هم‌ترازی را در لگن در صفحه فرونتال طی راه رفتن به وجود آورده است [۳۲]. همچنین در افراد با اختلاف طول اندام پا، ایجاد پرونیشن طولانی‌مدت پا در سمت اندام پای بلند به‌عنوان یک مکانیسم جبرانی طی راه رفتن، باعث ایجاد چرخش داخلی اضافی در کل اندام تحتانی خواهد شد [۳۳]. این چرخش داخلی اضافی باعث کوتاه شدن جبرانی عضله سوئز خاصره‌ای در سمت اندام پای بلند می‌شود و باعث تیلت قدامی بیش از حد لگن طی راه رفتن می‌شود [۳۳].

احتمالاً قرار دادن کفی خارجی کفش در زیر اندام پای کوتاه از طریق کاهش این مکانیسم جبرانی میزان اوج زاویه تیلت قدامی لگن سمت اندام پای بلند را کاهش داده است. به‌طورکلی تصحیح وضعیت لگن در طی راه رفتن متعاقب استفاده ۱۲ هفته‌ای از کفی داخلی و خارجی کفش احتمالاً منجر به بهبود وضعیت بدنی ستون فقرات می‌شود که با تغییر معنادار اوج تیلت جانبی و قدامی لگن سمت اندام پای کوتاه و بلند در این مطالعه نشان داده شد. بنابراین می‌توان گفت احتمالاً استفاده از هر دو کفی داخلی و خارجی کفش بتواند از بروز آسیب‌های کمری در افراد بااختلاف طول اندام پا خفیف پیشگیری کند یا مانع از بدتر شدن آن شود، اما اینکه اثرات مثبت استفاده از کفی کفش تا چه مدت باقی خواهد ماند، نیازمند مطالعات بیشتری در این حوزه است.

براساس نتایج این مطالعه استفاده ۱۲ هفته‌ای از هر دو کفی داخلی و خارجی کفش منجر به کاهش معنادار اوج گشتاور ابداکتوری مفاصل زانو و ران سمت اندام پای بلند در شرایط راه رفتن فقط با کفش شد، درحالی‌که در متغیر اوج گشتاور پلانتار فلکسوری مفصل مچ پای اندام کوتاه در هر دو گروه تفاوت معناداری قبل و بعد از اعمال مداخله مشاهده نشد. اردستانی و همکاران در پژوهشی نشان دادند هنگام راه رفتن گشتاور اداکشن زانو به تغییرات چرخش داخلی-خارجی لگن بسیار حساس است [۳۴]. بنابراین، افزایش چرخش خارجی لگن ممکن است در کاهش گشتاور اداکشن زانو در اندام پای بلند و درنتیجه کاهش بارگذاری مفصل زانو نقش داشته باشد [۳۴]. ازآنجاکه کاهش گشتاور اداکشن مفصل زانو بازتابی از کاهش گشتاور ابداکشن داخلی مفصل زانو است [۶]. می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً استفاده ۱۲ هفته‌ای از کفی داخلی و خارجی کفش از طریق کنترل پرونیشن اضافی اندام پای بلند (که یک مکانیسم جبرانی برای کوتاه کردن عملکردی طول اندام بلند می‌باشد) و متعاقب

9. Menez

10.. Electromyography (EMG)

آن کاهش چرخش داخلی اضافی اندام تحتانی و درنتیجه کاهش چرخش داخلی لگن باعث کاهش گشتاور ابداکتوری مفصل زانو شده باشد. از سوی دیگر بیان شده است تغییر در تیلت جانبی لگن نیز بر میزان گشتاور ابداکتوری مفصل زانو مؤثر است [۶].

ازآنجایی‌که نتایج تحقیق حاضر نشان داد پس از ۱۲ هفته استفاده از کفی داخلی و خارجی کفش میزان شیب جانبی لگن به‌طور معنادار کاهش یافته است، بنابراین ممکن است این امر بر میزان اوج گشتاور ابداکتوری زانوی اندام پای بلند تأثیر گذاشته باشد. علاوه‌بر این کاهش شیب جانبی لگن به افزایش طول بازوی گشتاور عضلات ابداکتور ران اندام پای بلند نیز کمک می‌کند که متعاقب آن احتمالاً فعالیت عضلات ابداکتور مفصل ران اندام پای بلند برای مقابله با گشتاور تولیدی حاصل از خط جاذبه زمین کاهش یافته است [۶]. درزمینه عدم اثرگذاری کفی داخلی و خارجی کفش بر میزان اوج گشتاور پلانتار فلکسوری مفصل مچ پای اندام کوتاه، این احتمال وجود دارد که مدت زمان ۱۲ هفته جهت ایجاد بازسازی سازگارانه در مدارهای حرکتی کافی نباشد و مدت طولانی‌تری جهت ایجاد این تغییرات مورد نیاز است. این امر نشان می‌دهد هر بخش از بدن ممکن است مدت زمان خاصی را برای ایجاد سازگاری نیاز داشته باشد و اثرگذاری طولانی‌مدت یک مداخله بر بخش‌های مختلف بدن یکسان نباشد.

نتایج آزمون آماری تحلیل کوواریانس با اندازه‌های تکراری نشان داد در هیچ‌کدام از متغیرهای دینامیکی منتخب بین دو مداخله، پس از استفاده ۱۲ هفته‌ای تفاوت معناداری وجود ندارد. نتایج زاویه مطلق لگن در حرکت تیلت جانبی و قدامی نشان داد استفاده از هریک از مداخلات (کفی داخلی کفش، کفی خارجی کفش) به‌مدت ۱۲ هفته باعث کاهش کم اما معنادار میزان اوج تیلت جانبی و قدامی لگن طی راه رفتن در شرایط کفش بدون کفی شده است که نشان‌دهنده ایجاد سازگاری می‌باشد. بااین‌حال سازگاری ایجادشده توسط هر کدام از مداخلات در طی ۱۲ هفته به میزانی نبوده است که بین گروه‌ها تفاوت معناداری را نشان دهد. علت این امر را می‌توان به سن بالای آزمودنی‌ها و مدت طولانی دارا بودن مشکل اختلاف طول اندام پا نسبت داد [۱۰].

در این شرایط، تغییرات سازگاری با روند کندتری اتفاق می‌افتد که در پژوهش حاضر باتوجه‌به شرایط آزمودنی‌ها چندان دور از انتظار نبود. مطالعه‌ای اثر ۴ ماه کفی کفش را بر روی افراد بالای ۵۳ سال دارای اختلاف طول اندام پا و اسکولیوز فقرات کمری بررسی و گزارش کردند. نتایج رادیوگرافی بهبود کمی را در کاهش میزان انحراف جانبی فقرات کمری نشان داد. براین‌اساس محققین بالابودن سن را یک عامل مهم درکند شدن روند بهبود عنوان کردند [۳۵]. همچنین کمپل و همکاران در یک مقاله مروری با بررسی مقالات مختلف گذشته درزمینه اثرگذاری کفی کفش بر متغیرهایی همچون درد و عملکرد اندام تحتانی در افراد با اختلاف طول اندام پا گزارش کردند که در موارد حاد اختلاف خفیف طول اندام پا، احتمالاً با استفاده از کفی کفش، اختلاف طول دو اندام پا اصلاح شود؛ درحالی‌که در موارد مزمن بیماری ممکن است فرد از اصلاح جزئی سود ببرد، زیرا بدن در طول این مدت به‌طور خودکار خودش را با این شرایط وفق داده است و تغییر این سازگاری به‌وجودآمده ممکن است به مدت زمان طولانی‌تری نیاز داشته باشد [۱۰].

در پژوهش حاضر سعی شد داده‌های کینتیکی و کینماتیکی موردنیاز برای محاسبه متغیرهای اصلی پژوهش با استفاده از ابزارهای استاندارد آزمایشگاهی جمع‌آوری و با جدیدترین و معتبرترین روش‌های اندازه‌گیری محاسبه شوند. این تحقیق با محدودیت‌هایی نیز مواجه بود که عبارت‌اند از محدودیت در انتخاب افراد دارای اختلاف طول اندام پا با ویژگی‌های مشابه‌تر (مانند نوع کوتاهی ساختاری اندام پا، سن، عوارض ثانویه) و درنتیجه داشتن حجم نمونه کم با وجود نرمال بودن توزیع که ممکن است بر نتایج اثرگذار باشد. بنابراین پیشنهاد می‌شود این موضوع در مطالعات آینده با حجم نمونه بالاتر نیز مورد بررسی قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج پژوهش حاضر استفاده ۱۲ هفته‌ای از کفی داخلی و خارجی کفش در افراد با اختلاف طول اندام پا خفیف، منجر به بهبود تیلت جانبی و قدامی لگن و کاهش گشتاورهای مفاصل اندام تحتانی طی راه رفتن شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان‌دهنده وجود اثر مثبت طولانی‌مدت در افراد با اختلاف طول اندام پا خفیف است که ممکن است باعث ایجاد الگوهای حرکتی جبرانی جدید و متعاقباً پیشگیری از بروز آسیب‌های فقرات کمری و استئوآرتریت مفاصل زانو و ران در این افراد شود. باوجوداین به‌علت پایین بودن میزان اثرگذاری تفاوت معناداری بین دو مداخله کفی کفش مشاهده نشد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در اجرای پژوهش حاضر ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق دانشگاه مازندران در نظر گرفته شده است. کد اخلاق به شماره IR.UMZ.REC.1397.050 و کد کارآزمایی بالینی IRCT20190718044261N1) از مرکز کارآزمایی بالینی ایران دریافت شده است.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از رساله دکتری فرشته حبیبی تیرتاشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه مازندران می‌باشد. همچنین مقاله حاضر توسط بنیاد ملی علم ایران[11] به شماره پرونده ۹۷۰۱۳۰۶۰ حمایت مالی شد.

11.. Iran National Science Foundation (INSF)

مشارکت نویسندگان

تحقیق اولیه، روش‌شناسی، جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها، کار با نرم‌افزارها و نگارش مقاله: فرشته حبیبی تیرتاشی؛ مدیریت پروژه، روش‌شناسی، نگارش و ویرایش مقاله: منصور اسلامی؛ روش‌شناسی، تعیین منابع علمی و ویرایش مقاله:محمد تقی‌پور.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از مسئولین آزمایشگاه بیومکانیک دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه مازندران جهت در اختیار گذاشتن آزمایشگاه برای اجرای این پژوهش یاری کردند و نیز آزمودنی‌هایی که در این مطالعه شرکت کردند، قدردانی و تشکر می‌شود.

References

[1] Gurney B. Leg length discrepancy. Gait & Posture. 2002; 15(2):195-206. [DOI:10.1016/S0966-6362(01)00148-5] [PMID]

[2] Assogba TF, Boulet S, Detrembleur C, Mahaudens P. The effects of real and artificial Leg Length Discrepancy on mechanical work and energy cost during the gait. Gait & Posture. 2018; 59:147-51. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2017.10.004] [PMID]

[3] Guichet JM, Spivak JM, Trouilloud P, Grammont PM. Lower limb-length discrepancy: An epidemiologic study. Clinical Orthopaedics and Related Research. 1991; 272:235-41. [DOI:10.1097/00003086-199111000-00035]

[4] Khalifa AA. Leg length discrepancy: Assessment and secondary effects. Orthopedics and Rheumatology Open access Journal. 2017; 6(1):555678. [DOI:10.19080/OROAJ.2017.06.555678]

[5] Resende RA, Kirkwood RN, Deluzio KJ, Cabral S, Fonseca ST. Biomechanical strategies implemented to compensate for mild leg length discrepancy during gait. Gait & Posture. 2016; 46:147-53. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2016.03.012] [PMID]

[6] Murray KJ, Azari MF. Leg length discrepancy and osteoarthritis in the knee, hip, and lumbar spine. The Journal of The Canadian Chiropractic Association. 2015; 59(3):226-37. [PMID]

[7] Raczkowski JW, Daniszewska B, Zolynski K. Functional scoliosis is caused by leg length discrepancy. Archives of Medical Science: AMS. 2010; 6(3):393–8. [DOI:10.5114/aoms.2010.14262] [PMID]

[8] Khamis S, Danino B, Ovadia D, Carmeli E. Correlation between gait asymmetry and leg length discrepancy-what is the role of clinical abnormalities? Applied Sciences. 2018; 8(10):1979. [DOI:10.3390/app8101979]

[9] Menez C, L'Hermette M, Coquart J. Orthotic Insoles improve gait symmetry and reduce immediate pain in subjects with mild leg length discrepancy. Frontiers in Sports and Active Living. 2020; 2:579152. [DOI:10.3389/fspor.2020.579152] [PMID]

[10] Campbell TM, Ghaedi BB, Tanjong Ghogomu E, Welch V. Shoe lifts for leg length discrepancy in adults with common painful musculoskeletal conditions: A systematic review of the literature. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2018; 99(5):981-93. [DOI:10.1016/j.apmr.2017.10.027] [PMID]

[11] Menez C, Coquart J, Dodelin D, Tourny C, L'Hermette M. Effects of orthotic insoles on gait kinematics and low back pain in subjects with mild leg length discrepancy. Journal of The American Podiatric Medical Association. 2021; 111(4):Article_9. [DOI:10.7547/18-093] [PMID]

[12] Bandy WD, Sinning WE. Kinematic effects of heel lift use to correct lower limb length differences. The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 1986; 7(4):173-9. [DOI:10.2519/jospt.1986.7.4.173] [PMID]

[13] Bangerter C, Romkes J, Lorenzetti S, Krieg AH, Hasler CC, Brunner R, et al. What are the biomechanical consequences of a structural leg length discrepancy on the adolescent spine during walking? Gait & Posture. 2019; 68:506-13. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2018.12.040] [PMID]

[14] Ashour R, Abdelraouf O, Abdallah A, Sweif R. Effect of footwear modification on postural symmetry and body balance in leg length Discrepancy: A randomized controlled study. Implications for practice. International Journal of Osteopathic Medicine. 2019; 32:13-20. [DOI:10.1016/j.ijosm.2019.02.001]

[15] Resende RA, Kirkwood RN, Deluzio KJ, Morton AM, Fonseca ST. Mild leg length discrepancy affects lower limbs, pelvis and trunk biomechanics of individuals with knee osteoarthritis during gait. Clinical Biomechanics. 2016; 38:1-7. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2016.08.001] [PMID]

[16] Popovich JM Jr, Welcher JB, Hedman TP, Tawackoli W, Anand N, Chen TC, et al. Lumbar facet joint and intervertebral disc loading during simulated pelvic obliquity. The Spine Journal. 2013; 13(11):1581-9. [DOI:10.1016/j.spinee.2013.04.011] [PMID]

[17] Yung-Hui L, Wei-Hsien H. Effects of shoe inserts and heel height on foot pressure, impact force, and perceived comfort during walking. Applied Ergonomics. 2005; 36(3):355–362. [DOI:10.1016/j.apergo.2004.11.001] [PMID]

[18] Simonsen EB, Svendsen MB, Nørreslet A, Baldvinsson HK, Heilskov-Hansen T, Larsen PK, et al. Walking on high heels changes muscle activity and the dynamics of human walking significantly. Journal of Applied Biomechanics. 2012; 28(1):20-8. [DOI:10.1123/jab.28.1.20] [PMID]

[19] Kipp D, Village D, Edwards KJ. Effectiveness of even up shoelift use among individuals prescribed a walking boot. Journal of Allied Health. 2017; 46(2):104-110. [PMID]

[20] Eek MN, Zügner R, Stefansdottir I, Tranberg R. Kinematic gait pattern in children with cerebral palsy and leg length discrepancy: Effects of an extra sole. Gait & Posture. 2017; 55:150-6. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2017.04.022] [PMID]

[21] Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. Behavior Research Methods. 2007; 39(2):175-91. [DOI:10.3758/BF03193146] [PMID]

[22] Aiona M, Do KP, Emara K, Dorociak R, Pierce R. Gait patterns in children with limb length discrepany. Journal of Pediatric Orthopedics. 2015; 35(3):280-4. [DOI:10.1097/BPO.0000000000000262] [PMID]

[23] Handa T, Sahara R, Yoshizaki K, Endou T, Utsunomiya M, Kuroiwa C, et al. Examination of reliability and validity of walking speed, cadence, stride length comparison of measurement with stopwatch and three-dimension motion analyzer. Journal of Physical Therapy Science. 2007; 19(4):213-22. [DOI:10.1589/jpts.19.213]

[24] Kadaba MP, Ramakrishnan HK, Wootten ME. Measurement of lower extremity kinematics during level walking. Journal of Orthopaedic Research: Official Publication of The Orthopaedic Research Society. 1990; 8(3):383-92. [DOI:10.1002/jor.1100080310] [PMID]

[25] Winter DA. Biomechanics and motor control of human movement. New Jersey: John Wiley & Sons; 2009. [DOI:10.1002/9780470549148]

[26] de Leva P. Adjustments to Zatsiorsky-Seluyanov's segment inertia parameters. Journal of Biomechanics. 1996; 29(9):1223-30. [DOI:10.1016/0021-9290(95)00178-6] [PMID]

[27] Zabjek KF, Leroux MA, Coillard C, Martinez X, Griffet J, Simard G, et al. Acute postural adaptations induced by a shoe lift in idiopathic scoliosis patients. European Spine Journal. 2001; 10(2):107-13. [DOI:10.1007/s005860000244] [PMID]

[28] Khamis S, Carmeli E. Relationship and significance of gait deviations associated with limb length discrepancy: A systematic review. Gait & Posture. 2017; 57:115-23. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2017.05.028] [PMID]

[29] Murley GS, Landorf KB, Menz HB, Bird AR. Effect of foot posture, foot orthoses and footwear on lower limb muscle activity during walking and running: A systematic review. Gait & Posture. 2009; 29(2):172-87. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2008.08.015] [PMID]

[30] Semciw AI, Visvalingam VN, Ganderton C, Lawrenson P, Hodges PW, Kemp J, et al. The immediate effect of foot orthoses on gluteal and lower limb muscle activity during overground walking in healthy young adults. Gait & Posture. 2021; 89:102-8. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2021.07.003] [PMID]

[31] Sadler S, Spink M, Cassidy S, Chuter V. Prefabricated foot orthoses compared to a placebo intervention for the treatment of chronic nonspecific low back pain: A study protocol for a randomised controlled trial. Journal of Foot and Ankle Research. 2018; 11:56. [DOI:10.1186/s13047-018-0299-5] [PMID]

[32] Bendová P, Růzicka P, Peterová V, Fricová M, Springrová I. MRI-based registration of pelvic alignment affected by altered pelvic floor muscle characteristics. Clinical Biomechanics (Bristol, Avon). 2007; 22(9):980-7. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2007.07.003] [PMID]

[33] Christensen K. Spinal biomechanics: What role do the feet play. Dynamic Chiropractic. 2007; 25(24):1-4. [Link]

[34] Ardestani MM, Moazen M, Jin Z. Sensitivity analysis of human lower extremity joint moments due to changes in joint kinematics. Medical Engineering & Physics. 2015; 37(2):165-74. [DOI:10.1016/j.medengphy.2014.11.012] [PMID]

[35] Sheha ED, Steinhaus ME, Kim HJ, Cunningham ME, Fragomen AT, Rozbruch SR. Leg-length discrepancy, functional scoliosis, and low back pain. JBJS Reviews. 2018; 6(8):e6. [DOI:10.2106/JBJS.RVW.17.00148] [PMID]