Journal of Gorgan University of Medical Sciences

e-ISSN: 2008-4080 p-ISSN: 1562-4765

2023 / Vol 25 / No 4

OPEN ACCESS

Review Article

The Effects of Foot Orthoses and Shoes on the Biomechanics of the Lower Limbs and Balance in Individuals with Pronated Feet: A Review Study

Ebrahim Piri [1], **Amir Ali Jafarnezhadgero (Ph.D)*** [2], **Hamed Ebrahimpour** [3]

1 Ph.D Candidate in Sports Biomechanics, Department of Sports Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

2 Associate Professor, Department of Sport Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

3 Ph.D Candidate in Sports Physiology, Department of Sports Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Abstract

Foot pronation, as one of the prevalent foot abnormalities, can influence the biomechanics of the lower limbs. The use of various foot orthoses, including insoles and braces, is very common in eliminating this problem. The results obtained regarding the effect of orthoses on pain and biomechanics of individuals with foot pronation are different. The present review study was conducted to evaluate the effects of foot orthoses and shoes on the biomechanics of the lower limbs and balance in individuals with foot pronation. The articles were searched in Persian and Latin languages during 2004-22 in the databases of PubMed, Web of Science (WOS), Scopus, Islamic Science Citation (ISC), and Google Scholar search engine. Moreover, the types of the searched studies were original research, review studies, and clinical trials. Using keywords of Foot pronation, Foot orthoses, Medical soles, and Motion-control shoes, 52 relevant articles were selected, and 22 articles regarding the effects of orthoses and shoes on foot pronation were finally analyzed. Eight articles also reported that reducing forces imposed on the joints, absorbing shock, preventing pronation-related running injuries, and improving muscle activity occurred when using orthosis. Furthermore, 4 articles reported improving sports performance in athletes, reducing the ground reaction forces, and changing the frequency of muscle activity. Finally, 2 articles showed that motion-control shoes prevented intensifying the injury due to increased fatigue and subsequently increased mechanical loading during running. The results of the present study demonstrated that foot orthoses and motion-control shoes could have positive effects on balance, improving the activities of the lower limbs and reducing foot pronation and force imposed on the foot and lower limb joints.

Keywords: Foot, Pronation, Foot Orthoses

***Corresponding Author:** Amir Ali Jafarnezhadgero (Ph.D), **E-mail:** amiralijafarnezhad@gmail.com

Received 23 Jan 2023
Final Revised 4 Mar 2023
Accepted 13 Jun 2023
Published Online 30 Dec 2023

Cite this article as: Piri E, Jafarnezhadgero AA, Ebrahimpour H. [The Effects of Foot Orthoses and Shoes on the Biomechanics of the Lower Limbs and Balance in Individuals with Pronated Feet: A Review Study]. J Gorgan Univ Med Sci. 2023; 25(4): 1-10. [Article in Persian]

© The author(s)

Owned: Golestan University of Medical Sciences **Publisher:** Deputy of Research and Technology

Journal of Gorgan University of Medical Sciences

e-ISSN: 2008-4080 p-ISSN: 1562-4765

2023 / Vol 25 / No 4

OPEN ACCESS

Extended Abstract

Introduction

Foot pronation (ankle internal rotation) is among the prevalent congenital complications of the lower limbs in the ankle joint observed in the ankle region due to inefficient biomechanical changes. Any biomechanical changes in the ankle structure, including foot pronation, can result in injuries to the ankle joint, other body joints, and even the spine. Pronated foot is directly associated with pressure on the ankle, knee, and pelvic belt joints. In foot pronation, the longitudinal-internal arches are exposed to collapse. The existence of these arches in the soles of the feet is an influential factor in absorbing shocks. One of the effective ways to prevent the incidence of malformations and injuries can be the use of insoles and sports shoes. On the other hand, biomechanical changes stemming from foot pronation may impose more pressure on the knee joint loads and improper alignment. Research has indicated that the use of braces culminated in improving and reducing external torque to the knee (valgus brace), relieving pain, and increasing performance and quality of life. The most significant force applied to the ankle in this condition is the ground reaction force. Based on the kinematic chain theory, the poor performance of one movement segment can also influence other movement segments. Considering the importance of the topic and the high prevalence of this condition, particularly among athletes, the present study was conducted to assess the effect of foot orthoses and shoes on the biomechanics of the lower limbs and balance in individuals with pronated feet.

Methods

In this systematic review, articles in Persian and Latin languages were searched during 2004-22 in the databases of PubMed, Web of Science (WOS), Scopus, Islamic Science Citation (ISC), and Google Scholar search engine. The study types were original research, review studies, and clinical trials. Foot pronation, Foot orthoses, Medical soles, and Motion-control shoes were the keywords used to extract articles, and 52 relevant articles were selected.

The inclusion criteria included the use of articles in the field of applying support tools in individuals with foot pronation, the amount of navicular bone loss more than 10 mm, and the foot posture index higher than 10 mm. Finally, 22 articles regarding the effects of orthosis and shoes on foot pronation were analyzed. Articles were validated by measuring and evaluating articles indexed in the Scopus, WOS, or ISC databases.

Conclusion

Of all studied articles, 27% demonstrated that the use of supportive orthoses and motion-control shoes could improve dynamic balance and particularly influence the dynamic balance of runners with foot pronation, 9% indicated that customized foot orthoses could positively affect the improvement of heel pain, and 36% demonstrated that reducing forces imposed on the joints, absorbing shock, preventing pronation-related running injuries, and improving muscle activity occurred when using orthosis. In addition, 18% of the articles showed that braces and motion-control shoes could improve muscle activity in the elderly, improve sports performance in athletes, affect ground reaction forces positively, and lead to changes in the frequency of muscle activity. Furthermore, 10% of the articles assessed the impacts of motion-control shoes and carbon plates on the fatigue protocol and found that motion-control shoes prevented the increased fatigue stemming from mechanical loading following initial contact during running in female runners, and carbon plate shoes could lead to improved running economy.

One of the factors influencing the biomechanics of walking can be the type of shoes, insoles, and other support tools used by an individual. Orthoses and shoes considerably affect maintaining balance. The role of shoes becomes important, particularly when balance is reduced under conditions such as fatigue and muscle control. Since track shoes have been designed in such a way that they impose shock absorption throughout the foot for a runner with hypersupination, motion-control shoes have been designed for runners with hyperpronation. The risk of injury is less in participants with motion-control shoes than in those with regular shoes; this positive impact was observed only in runners with pronated feet, and no change was found in healthy individuals. Runners with pronated feet have shown a higher risk of injury when using standard shoes than motion-control shoes. Findings in runners with pronated feet who used motion-control shoes for a long time demonstrated that the frequency with the power of 99.5% in the vertical direction showed a reduced stance phase of running. Severe foot pronation may be related to the incidence of pathological conditions of the lumbar spine. There is limited evidence to approve the use of insoles as a treatment for nonspecific chronic low back pain disability. The positive effects of medical insoles have been observed in lowering the angular velocity, absorbing the shocks on lower limb joints, and preventing injuries in the ankle and knee joints. The use of shoes with medical soles is effective on the reaction force variables in the vertical direction. Double-density shoes with medical insoles have indicated that medical insoles have probably changed the way force is distributed by maintaining the arches in the soles of the feet and have improved the ground reaction force and shock absorption in runners with foot pronation. The use of orthosis and motion-control shoes has positively resulted in improving the electrical activity of lower limb muscles and sports performance. The use of various support tools and motion-control shoes apparently improves muscular electrical activity and consequently culminates in both improving sports performance and preventing lower limb injuries.

Conflicts of Interest

No conflict of interest.

Acknowledgement

We would like to thank all authors who cooperated with us by sending articles that could not be accessed.

Foot orthoses and motion-control shoes positively affect balance, improvement of lower limb muscle activity, reduction of foot pronation, and forces imposed on the feet and lower limb joints.

Cite this article as: Piri E, Jafarnezhadgero AA, Ebrahimpour H. [The Effects of Foot Orthoses and Shoes on the Biomechanics of the Lower Limbs and Balance in Individuals with Pronated Feet: A Review Study]. J Gorgan Univ Med Sci. 2023; 25(4): 1-10. [Article in Persian]

مجله دانشگاه علوم پزشکی گرگان

زمستان ۱۴۰۲ / دوره ۲۵ / شماره ۴ (پی در پی ۸۸)

دارای رتبه علمی -پژوهشی از کمیسیون نشریات علوم پزشکی کشور

e-ISSN: ۲۰۰۸-۴۰۸۰ p-ISSN: ۱۵۶۲-۴۷۶۵

با دسترسی آزاد

تحقیقی

اثر ارتوز پا و کفش‌ها بر بیومکانیک اندام تحتانی و تعادل افراد دارای پای پرونیت: یک مطالعه مروری

ابراهیم پیری[۱]، دکتر امیرعلی جعفرنژادگرو*[۲]، حامد ابراهیم‌پور[۳]

۱ دانشجوی دکتری بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. ۲ دانشیار، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. ۳ دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

چکیده

پای پرونیت به عنوان یکی از ناهنجاری‌های رایج پا می‌تواند بیومکانیک اندام تحتانی را تحت تأثیر قرار دهد. استفاده از انواع ارتوزهای پا از جمله کفی و بریس در درمان این عارضه بسیار رایج است. نتایج موجود در رابطه با اثر ارتوزها بر درد و بیومکانیک مبتلایان به عارضه پرونیت پا متفاوت است. این مطالعه مروری در زمینه ارزیابی اثر ارتوزهای پا و کفش‌ها بر بیومکانیک اندام تحتانی و تعادل در افراد دارای پای پرونیت انجام شد. جستجوی مقالات به زبان فارسی و لاتین از ابتدای سال ۲۰۰٤ تا انتهای سال ۲۰۲۲ بود که در پایگاه‌های تخصصی PubMed، WOS، Scopus، ISC و موتور جستجو Google Scholar انجام گرفت. به علاوه نوع مطالعات جستجو شده از نوع مقالات پژوهشی اصیل، مروری و کارآزمایی بالینی بودند. ۵۲ مقاله مرتبط با استفاده از کلید واژه‌های پای پرونیت، ارتوزهای پا، کفی طبی و کفش کنترل حرکتی انتخاب شدند و در نهایت ۲۲ مقاله در ارتباط با اثر ارتوز و کفش بر عارضه پرونیت پا مورد بررسی و تحلیل قرار گرفتند. یافته‌های ٦ مقاله نشان‌دهنده بهبود تعادل و به طور خاص تعادل پویا بودند. بررسی یافته‌های ۲ مقاله حاکی از اثرات مثبت در بهبود درد پاشنه بودند. تعداد ۸ مقاله نیز گزارش نمودند کاهش نیروهای وارده بر مفاصل، جذب شوک و در نتیجه جلوگیری از آسیب‌های دویدن مرتبط با پرونیشن و بهبود فعالیت عضلانی در هنگام استفاده از ارتوز رخ می‌دهد. به علاوه، ٤ مقاله بهبود عملکرد ورزشی در ورزشکاران، کاهش نیروهای عکس العمل زمین و همچنین تغییر در فرکانس فعالیت عضلات را گزارش نمودند. در نهایت تعداد ۲ مقاله نشان داد که کفش کنترل حرکتی مانع تشدید آسیب در نتیجه افزایش خستگی و به دنبال آن افزایش بارگذاری مکانیکی در حین دویدن می‌شود. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ارتوزهای پا و کفش کنترل حرکتی می‌توانند اثرات مثبتی بر تعادل، بهبود فعالیت عضلات اندام تحتانی، کاهش پرونیشن پا و نیروهای وارده بر پا و مفاصل اندام تحتانی داشته باشند.

واژه‌های کلیدی: *پا ، چرخش داخلی مچ پا ، ارتوزهای پا*

* **نویسنده مسؤول:** دکتر امیرعلی جعفرنژادگرو ، **پست الکترونیکی:** amiralijafarnezhad@gmail.com

نشانی: اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تلفن و نمابر ۰۴۵-۳۱۵۰۵۶۴۹

وصول ۱۴۰۱/۱۱/۳ اصلاح نهایی ۱۴۰۱/۱۲/۱۳ پذیرش ۱۴۰۲/۳/۲۳ انتشار ۱۴۰۲/۱۰/۹

مقدمه

وضعیت بدنی نامطلوب لزوماً نشان‌دهنده بیماری نیست؛ اما می‌تواند زمینه‌ای برای تغییرات شکل ظاهری بدن و مشکلات روانی، همچنین بروز عوارض متعددی در سایر اندام‌های بدن شود.[۱] عارضه پرونیت پا (چرخش داخلی مچ پا)، یکی از عارضه‌های مادرزادی رایج اندام تحتانی در مفصل مچ پا است[۲] که به دلیل تغییرات بیومکانیکی با ناکارآمدی در ناحیه مچ پا مشاهده می‌شود.[۳] میزان شیوع عارضه پرونیت پا در بزرگسالان ۲۳-۲ درصد است.[۴]

هرگونه تغییرات بیومکانیکی در ساختمان مچ پا، از قبیل وجود عارضه پرونیشن پا می‌تواند منجر به آسیب دیدگی مفصل مچ پا، سایر مفاصل بدن و حتی ستون فقرات گردد.[۵] یکی از اساسی‌ترین بخش‌های مچ پا وجود قوس‌هایی است که مستقیماً تحت تاثیر این عارضه قرار می‌گیرد. این قوس‌ها وظایف متعددی از قبیل جذب و تعدیل شوک‌ها را بر عهده دارند.[۵] پای پرونیت، یک نوع ناهنجاری است که باعث کاهش ارتفاع قوس طولی-داخلی هنگام تحمل وزن بدن می‌گردد. همچنین به دنبال این عارضه دفورمیتی در ساختمان مچ پا مشاهده می‌شود.[۶] به دنبال این ناهنجاری سر استخوان تالوس و ناویکولار به سمت داخل متمایل می‌گردد که در نهایت می‌تواند منجر به بروز عارضه پای پرونیت شود.[۶] پای پرونیت در ارتباط مستقیم با اعمال فشار بر روی مفاصل مچ پا، زانو و کمربند لگنی

همراه است. به همین دلیل است که تحقیقات مختلفی انجام شده است و به‌نظر می‌رسد که کشف راه‌حل مناسب برای کاهش یا اصلاح کامل این عارضه در جلوگیری از آسیب‌ها و یا بروز ناهنجاری‌های ثانویه (کف پای صاف) حائز اهمیت است.[۷]

در عارضه پرونیشن پا قوس‌های طولی-داخلی دچار کلاپس (فروپاشی قوس‌های پا) می‌شوند. وجود این قوس‌ها در کف پا عامل موثر در جذب شوک‌ها هستند.[۸] بنابراین از بین رفتن این قوس‌ها می‌تواند عامل اصلی بروز ناهنجاری و آسیب باشند. یکی از روش‌های موثر در پیشگیری از این ناهنجاری می‌تواند استفاده از کفی و کفش‌های ورزشی باشد.[۹و۱۰] در همین راستا ولیزاده اورنج و همکاران در تلاش برای کاهش آسیب‌های ناشی از عارضه پرونیشن پا کفش‌هایی طراحی کردند. این کفش‌ها با افزایش انعطاف‌پذیری، بهبود ضریب جذب شوک برای مقابله با نیروی عکس‌العمل زمین (افزایش رسیدن به اوج نیروهای عکس‌العمل زمین) طی فعالیت‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج مثبت حاصل از آن پژوهش نشان داد که استفاده طولانی مدت از کفش‌های کنترل حرکتی می‌تواند در حفظ ثبات مفاصل اندام تحتانی، ارتقا و بهبود عملکرد ورزشی افراد استفاده کننده از این نوع کفش موثر باشد.[۳] همچنین در مطالعه قبلی ما اثر آنی کفی حمایت‌کننده قوس پا بر مقادیر سرعت زاویه‌ای مفاصل اندام تحتانی در حین راه رفتن، بررسی شد. نتایج نشان داد که استفاده از کفی‌های حمایت‌کننده قوس پا می‌تواند موجب کاهش سرعت زاویه‌ای مفاصل مچ و ران شود. این کفی‌ها با کاهش سرعت زاویه‌ای مفاصل اندام تحتانی طی راه رفتن می‌تواند از بروز ناهنجاری‌ها و در نهایت آسیب‌ها جلوگیری کند.[۱۱]

از طرفی تغییرات بیومکانیکی ناشی از عارضه پرونیشن پا ممکن است بر بارهای مفصلی و راستای نامناسب زانو اعمال فشار بیشتری داشته باشد. از این رو بارگذاری و راستای نامناسب زانو می‌تواند این مفصل را از لحاظ عملکرد و ثبات تحت تاثیر قرار دهد و زانو را مستعد آسیب نماید.[۱۲] به همین منظور پژوهشگران ارتوزها و بریس‌های گوناگونی را مورد مطالعه و بررسی قرار دادند. در همین راستا در مطالعه قبلی ما اثر ارتوز پا بر روی تغییرپذیری الگوی هماهنگی بین مفاصل اندام تحتانی در کودکان دارای کف پای صاف منعطف بررسی و بیشترین بهبود در مقادیر تغییرپذیری در نتیجه استفاده از ارتوز پا بین مفاصل اندام تحتانی در صفحه فرونتال مشاهده شد.[۱۳] همچنین مطالعه و آزمایش‌های مختلف در خصوص ابزارهای حمایتی مفصلی، از جمله بریس اشاره کردند که این ابزارهای حمایتی به بهبود حس عمقی مفصل و به دنبال آن به ثبات عملکردی مفصل زانو کمک می‌کند.[۱۴] در همین راستا مطالعات نشان داده که استفاده از بریس، منجر به بهبود و کاهش گشتاور خارجی زانو (بریس والگوس)، کاهش درد، افزایش عملکرد و کیفیت زندگی می‌شود.[۱۵-۱۷] در این راستا در مطالعه قبلی ما اثر استفاده طولانی مدت از بریس کمری بر طیف فرکانس الکترومایوگرافی عضلات تنه و اندام تحتانی در سالمندان دارای کمر درد با پای پرونیت طی راه رفتن بررسی شد. بریس کمری مورد استفاده قابلیت افزایش فعالیت عضلات شکم را در افراد دچار کمردرد با پای پرونیت نشان داد.[۱۸] در مطالعه دهقانی و همکاران اثر ۸ هفته‌ای بریس بر فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی در سالمندان نشان داد که استفاده از بریس در بهبود فعالیت عضلانی مؤثر است.[۱۷]

با توجه به مطالعات انجام گرفته در این زمینه شواهد نشان می‌دهند که عارضه پرونیشن پا با چرخش استخوان درشت نئی و افت استخوان ناوی در سطح داخلی پا همراه است[۲] که می‌تواند بر بیومکانیک حرکات انسان اثر منفی داشته باشد و منجر به بروز عدم هم‌انقباضی عضلانی و علایم ناپایدار در مفاصل اندام‌تحتانی به خصوص زانو گردد.[۱۹] مهم‌ترین نیرویی که در این عارضه روی اندام مچ پا وارد می‌شود؛ نیروی عکس‌العمل زمین است. زیرا با توجه به برهم خوردن راستای طبیعی بدن به دلیل از بین رفتن قوس طولی-داخلی کف پا در افراد دارای پرونیشن پا ممکن است مقدار و جهت نیروهای وارده را دچار تغییر کند. با توجه به این نکات پژوهش‌های متعددی به منظور بررسی نیروهای عکس‌العمل زمین در افراد دارای پرونیشن پا مورد بررسی قرار گرفته است. در همین راستا منتشلو و همکاران به بررسی نیروهای عکس العمل زمین در مردان جوان سالم و دارای پای پرونیت طی دویدن پرداختند. نتایج حاصل از آن پژوهش نشان داد که پرونیشن پا می‌تواند به عنوان عاملی اثرگذار موجب تغییر نیروی داخلی-خارجی و همچنین موجب بر هم زدن بیومکانیک دویدن می‌شود.[۲۰] در عارضه پرونیشن بیش از حد پا به دلیل تماس سریع‌تر بخش داخلی پا نسبت به حالت نرمال عملکردهای ضروری پا صورت نمی‌گیرد.[۲۱] از طرفی عارضه پرونیت منجر به بروز اختلال در فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی خواهد شد. با توجه به نظریه زنجیره کینماتیک، ضعف در عملکرد یک سگمان حرکتی می‌تواند سایر سگمان‌های حرکتی را نیز تحت تاثیر قرار دهد.[۲۲] با توجه به اهمیت موضوع و میزان شیوع بالای این عارضه به ویژه در ورزشکاران بررسی اثرات سودمند ارتوز و کفش‌ها و فراهم نمودن آگاهی از نتایج مثبت تحقیقات گذشته می‌تواند مفید واقع گردد. لذا این مطالعه به منظور ارزیابی اثر ارتوزهای پا و کفش‌ها بر بیومکانیک اندام تحتانی و تعادل در افراد دارای پای پرونیت انجام شد.

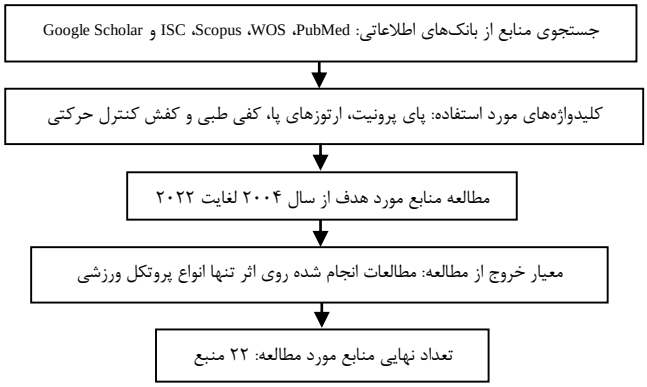
روش بررسی

در این مطالعه مروری سیستماتیک، جستجوی مقالات به زبان فارسی و لاتین از ابتدای سال ۲۰۰۴ تا انتهای سال ۲۰۲۲ در

جدول ۱ : حوزه مورد مطالعه فعالیت الکتریکی عضلات

منبع	ساختار و حجم نمونه	متغیر مورد بررسی	نتایج اصلی
ولی زاده اورنج و همکاران[۷]	مطالعه شبه تجربی با ۱۵ آزمودنی زن فوتبالیست دارای اضافه وزن با افت استخوان ناوی بیش از ۱۰ میلی‌متر.	آزمودنی‌ها در دو شرایط دویدن با کفش کنترل و کفش کنترل حرکتی به فعالیت پرداختند. فعالیت الکتریکی عضلات منتخب توسط دستگاه الکترومیوگرافی ثبت و سپس مقادیر هم‌انقباضی محاسبه شد.	کفش کنترل حرکتی سبب بهبود هم‌انقباضی جهت‌دار در افراد دارای اضافه وزن با کف پای صاف به‌ویژه در صفحه فرونتال شد که می‌تواند منجر به تعدیل بارهای وارده بر این مفصل گردد.
دهقانی و همکاران[۱۷]	مطالعه شبه تجربی با ۳۰ آزمودنی سالمند.	نوعی بریس با ایجاد محدودیت در حرکات خم شدن و باز شدن یا حمایت کردن زانو بررسی شد.	استفاده از بریس در بهبود فعالیت عضلانی در سالمندان مؤثر ارزیابی شد و انجام پژوهش‌های بیشتر توصیه گردید.
جعفرنژادگرو و همکاران[۲۳]	مطالعه شبه تجربی با ۱۵ آزمودنی مرد دونده دارای پای پرونیت در در دو شرایط دویدن با کفش میخی معمولی و کفش میخی دبل دنسیتی.	فعالیت الکتریکی ۸ عضله اندام تحتانی پس از ۵ دقیقه دویدن با استفاده از دستگاه الکترومایوگرافی ۸ کاناله بایومتریک با الکترودهای سطحی دو قطبی ثبت شد. محل قرار دادن الکترودها بر طبق پروتکل اروپایی سنیام بود.	میزان فرکانس دو عضله درشت‌نئی قدامی و سرینی میانی طی فاز پاسخ بارگیری در هنگام دویدن با کفش میخی دبل دنسیتی نسبت به کفش میخی معمولی به لحاظ آماری بزرگ‌تر بود. کفش میخی دبل دنسیتی طی فاز پاسخ بارگیری دویدن فرکانس دو عضله سرینی میانی و درشت نئی قدامی را افزایش داد که می‌تواند در جذب شوک مفید باشد.
جعفرنژادگرو و همکاران[۲۴]	مطالعه شبه تجربی با ۲۴ آزمودنی مرد دارای پای پرونیت.	فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی و تنه، قبل و بعد از ۴ ماه استفاده از کفش کنترل حرکتی و کفش معمولی طی راه رفتن با دستگاه الکترومایوگرافی ثبت شد.	استفاده از کفش کنترل حرکتی سبب تغییر در فرکانس فعالیت عضلات اندام تحتانی می‌شود. انجام مطالعات بیشتری در ارتباط با نحوه اثرات طولانی مدت کفش کنترل حرکتی بر مکانیک بدن توصیه شد.

پایگاه‌های تخصصی PubMed، WOS، Scopus، ISC و موتور جستجو Google Scholar انجام شد. نوع مطالعات از نوع پژوهشی اصیل، مروری و کارآزمایی بالینی بودند. برای استخراج مقالات از کلید واژه‌های پای پرونیت (Foot pronation)، ارتوزهای پا (Foot orthoses)، کفی طبی (Medical soles)، کفش کنترل حرکتی (motion control shoes) استفاده شد و ۵۲ مقاله مرتبط انتخاب شدند. انتخاب اولیه مقالات بر اساس عنوان انجام شد و توسط سه محقق مورد بررسی قرار گرفت.



شکل ۱ : نحوه انتخاب منابع

معیار ورود به مطالعه شامل استفاده مقالات در حوزه به کارگیری ابزارهای حمایتی در افراد دارای پرونیشن پا، میزان افت استخوان ناوی بیشتر از ۱۰ میلی‌متر و شاخص پاسچر پا بیشتر از ۱۰میلی‌متر بودند. مقالاتی که تنها اثر انواع پروتکل تمرینات ورزشی را مورد بررسی قرار داده بودند؛ از مطالعه خارج شدند. در نهایت ۲۲ مقاله در ارتباط با تاثیر ارتوز و کفش بر عارضه پرونیت پا مورد بررسی و تحلیل قرار گرفتند. مقالاتی با عدم دسترسی به فایل کامل، از طریق سایت Link (Isi) خریداری شد. اعتبارسنجی مقالات از طریق سنجش و ارزیابی مقالاتی که در پایگاه‌های Scopus، WOS و یا ISC نمایه شده بودند؛ مورد ارزیابی قرار گرفتند. به طوری که مقالات مربوطه بایستی حداقل در یکی از این سه پایگاه استنادی نمایه شده باشند (شکل یک). نتایج حاصل از بررسی مقالات به‌طور خلاصه در جدول‌های یک الی ۴ آمده است.

بحث

از کل مقالات مورد مطالعه، ۲۷ درصد مقالات نشان دادند که استفاده از ارتوزهای حمایتی و کفش‌های کنترل حرکتی می‌تواند باعث بهبود تعادل دینامیک شود و به طور خاص تعادل پویا دوندگان مبتلا به پرونیشن را بیشتر تحت تاثیر قرار دهد. حفظ ثبات و راستای قامتی در افراد دارای پای پرونیت در خصوص تعادل و حفظ پاسچر طبیعی بدن در شرایط مختلف وجود یا عدم وجود ناهنجاری می‌تواند این امر را دستخوش تغییرات قرار دهد. به طوری که ۹ درصد از مقالات نشان دادند ارتوزهای سفارشی پا می‌تواند اثر مثبتی در بهبود درد در ناحیه پاشنه داشته باشد. از طرف دیگر ۳۶ درصد از مقالات نشان دادند که کاهش نیروهای وارده بر مفاصل، جذب شوک و در نتیجه جلوگیری از آسیب‌های دویدن مرتبط با پرونیشن و بهبود فعالیت عضلانی در هنگام استفاده از ارتوز رخ می‌دهد. از این رو ۱۸ درصد از مقالات نشان دادند که بریس و کفش موشن کنترل می‌تواند باعث بهبود فعالیت عضلانی سالمندان، بهبود عملکرد ورزشی در ورزشکاران، اثر مثبت بر نیروهای عکس العمل زمین و همچنین باعث تغییر در فرکانس فعالیت عضلات شوند. همچنین ۱۰ درصد از مقالات نیز به بررسی اثر کفش کنترل حرکتی و صفحه کربنی بر پروتکل خستگی پرداختند بودند و مشخص گردید کفش کنترل حرکتی مانع تشدید افزایش ناشی از خستگی در بارگذاری مکانیکی به دنبال تماس اولیه در حین دویدن در زنان دونده می‌شود و کفش صفحه کربنی می‌تواند منجر به بهبود اقتصاد دویدن گردد.

جدول ۲ : حوزه مورد مطالعه کینماتیک

منبع	ساختار و حجم نمونه	متغیر مورد بررسی	نتایج اصلی
جعفرنژادگرو و همکاران[11]	مطالعه نیمه‌تجربی روی ۲۰ مرد سالم انجام شد.	آزمودنی‌ها ۱۰ آزمایش راه رفتن با استفاده از کفی و ۱۰ آزمایش راه رفتن بدون استفاده از کفی را در شرایطی انجام دادند که کینماتیک حرکات مفاصل مچ، زانو و ران او با سیستم سه‌بعدی تحلیل حرکت، ثبت شد.	استفاده از کفی‌های حمایت‌کننده قوس پا می‌تواند موجب کاهش سرعت زاویه‌ای مفاصل مچ و ران شود. این کفی‌ها با کاهش سرعت زاویه‌ای مفاصل اندام تحتانی طی راه رفتن می‌تواند از بروز آسیب‌های مربوط به پرتکراری جلوگیری کند.
حاجی زاده و همکاران[25]	مطالعه روی ۱۷ نفر دارای عارضه کف پای صاف انجام شد.	فشار کف پا و تغییر شکل به پنج منطقه مختلف پا مربوطه مورد بررسی قرار گرفت.	برخی از ارتباطات بین سینماتیک پا و فشار با تغییر شکل وجود داشت و از ضربه پاشنه تا صافی پا، زاویه قوس طولی با تغییر شکل در جلوی پا همراه بود.
Urushihata و همکاران[26]	مطالعه روی ۲۰ ورزشکار مرد دارای بیش از یک سال تجربه در مسابقات مسافت متوسط (۸۰۰ یا ۱۰۰۰متر) و مسافت بلند (بیش از ۵۰۰۰ متر)، ۱۱ نفر مسافت متوسط و ۹ نفر مسافت بلند انجام و دو نوع کفش با صفحه کربنی و صفحه غیرکربنی مورد استفاده قرار گرفتند.	مقادیر اقتصاد دویدن با استفاده از اکسیژن دریافتی حین دویدن روی تردمیل اندازه‌گیری شد.	نرخ بهبود اقتصاد دویدن با پوشیدن کفش‌های صفحه کربنی نسبت به کفش های معمولی ۱/۵ درصد بیشتر بود.
Castro-Méndez و همکاران[27]	۱۰۱ بیمار مرد با کمردرد مزمن غیراختصاصی و شاخص وضعیت پای پرونیت مطالعه شدند. بیماران در دو گروه تجربی (۵۳ نفری) و کنترل (۴۸ نفری) سازماندهی شدند. گروه تجربی ارتوزهای سفارشی پا و گروه کنترل ارتوزهای غیربیومکانیکی را استفاده کردند.	کمردرد مزمن غیراختصاصی با پرسشنامه شاخص ناتوانی اسوستری و یک مقیاس آنالوگ بصری هر دو به عنوان کمر درد مورد استفاده قرار گرفتند. علائم در ابتدای مطالعه و بعد از گذشت ۴ هفته از درمان بررسی شد.	کاهش آماری معنی‌دار کمردرد در گروه تجربی استفاده کننده ارتوز سفارشی پا مشاهده شد. کنترل پرونیت بیش از حد پا با استفاده از ارتزهای سفارشی پا ممکن است به طور قابل توجهی به بهبود کمردرد مزمن غیر اختصاصی کمک کند.
Willems و همکاران[28]	۳۷۲ دونده تفریحی برای دریافت کفش‌های خنثی استاندارد یا کنترل حرکت به صورت تصادفی تقسیم شدند و به مدت ۶ ماه از نظر فعالیت دویدن و آسیب دیدگی مورد پیگیری قرار گرفتند.	با استفاده از تجزیه و تحلیل ریسک رقابتی، رابطه بین صدمات مربوط به پرونیشن پا و سایر آسیب‌های مربوط به دویدن و نوع کفش با تخمین خطرهای خاص و کنترل سایر عوامل مانند سن، جنس، شاخص توده بدنی، آسیب قبلی ارزیابی شد.	کفش‌های کنترل حرکت ممکن است؛ خطر آسیب‌های دویدن مرتبط با پرونیشن پا را کاهش دهند؛ اما بر خطر سایر آسیب‌های مربوط به دویدن اثری نداشتند.
Wu و همکاران[29]	۷۴ بیمار مبتلا به درد پاشنه پا تحت یک حالت پایه مورد معاینه قرار گرفتند و پاهای دردناک بیماران به وسیله نوار ضد پرونیت تیپ شد.	اثرات تیپینگ بر درد و عملکرد طی ۷ روز ویزیت بررسی شد. سپس همه بیماران برای درد پاشنه خود با ارتوز اختصاصی پا به مدت ۶ ماه تحت درمان قرار گرفتند.	از ۷۴ بیمار، ۴۹ نفر به درمان سفارشی ارتوز پا پاسخ مثبت دادند و پنج پیش بینی کننده شناسایی شدند. نتایج پیش بینی کننده‌های ارتوز سفارشی پا در بیماران مبتلا به درد پاشنه با چندین معیار فیزیکی اندام تحتانی مرتبط بود. از یافته‌های مطالعه می‌توان برای غربالگری و انتخاب بیماران برای مداخله ارتوز پا استفاده کرد.
ربیعی و همکاران[30]	۷۵ فرد سالم مورد مطالعه قرار گرفتند.	سینماتیک اندام تحتانی آزمودنی‌ها در ۵ حالت دویدن با کفش و کفش با گوه جانبی با شیب‌های ۳، ۶، ۹ و ۱۱ درجه در قسمت پاشنه کفش ثبت شد. با استفاده از روش آماری PCA مولفه‌های اصلی پرونیشن محاسبه شد.	اورژن پا به تنهایی قادر به بیان اثر گوه‌های جانبی بر پا نیست و برای به دست آوردن نتایج دقیق‌تر بایستی تمامی صفحات حرکتی در نظر گرفته شوند. روش PCA می‌تواند معیار دقیق‌تری برای بررسی پرونیشن فراهم کند.
بهرامیان و همکاران[31]	مطالعه شبه‌تجربی روی ۱۲ زن مبتلا به صافی کف پا دانشجوی دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی انجام شد.	معیارهای درد و عملکرد به‌ترتیب با ابزارهای مقیاس آنالوگ بینایی (VAS) و FAOS قبل از استفاده از کفی و پس از ۶ هفته استفاده از کفی مدنظر سنجیده شد.	در عملکرد و درد افراد مبتلا به صافی کف پا با استفاده از کفی با شیوه medial heel skive تفاوت آماری معنی‌داری وجود داشت. به‌نظر می‌رسد این کفی برای بهبود علایم در افراد مبتلا به صافی کف پا تجویز مناسبی است.
Malisoux و همکاران[32]	به ۳۷۲ دونده تفریحی کنترل حرکت یا نسخه استاندارد یک مدل کفش دویدن معمولی داده شد و به مدت ۶ ماه در مورد فعالیت دویدن و آسیب دیدگی مورد پیگیری قرار گرفتند.	مورفولوژی پا با استفاده از روش Foot Posture Index آنالیز شد.	خطر کلی آسیب در شرکت کنندگان استفاده کننده از کفش‌های کنترل حرکت کمتر بود.

یکی از عوامل اثرگذار بر بیومکانیک راه‌رفتن می‌تواند نوع کفش، کفی و سایر ابزارهای حمایتی استفاده شده توسط فرد باشد.[10و33] ارتوزها و کفش‌ها اثر قابل توجهی در حفظ تعادل دارند. در مطالعه Lilley و همکاران طراحی کفش کنترل حرکتی به گونه‌ای بود که چرخش داخلی زانو را کاهش داد و باعث کنترل وضعیت پا شد و از آسیب دیدگی جلوگیری نمود.[34] نقش کفش‌ها به ویژه زمانی مهم می‌شود که در نتیجه رخداد وضعیتی همچون خستگی و کنترل عضلانی دچار کاهش شود.[35] از آنجایی که کفش‌های مخصوص دویدن به صورتی طراحی شده‌اند که جذب شوک را در سراسر پا برای دونده‌ای با هایپرسوپینیشن اعمال می‌کند؛ کفش‌های کنترل حرکتی برای دوندگان مبتلا به هایپرپرونیشن طراحی شده‌اند.[36]

Malisoux و همکاران گزارش کردند خطر آسیب در شرکت کنندگان با کفش کنترل حرکتی در مقایسه با کفش معمولی کمتر است. این اثر مثبت فقط در دوندگان با پای پرونیت مشاهده شد و در

جدول ۳ : حوزه مورد مطالعه تعادل

منبع	ساختار و حجم نمونه	متغیر مورد بررسی	نتایج اصلی
حیدری و همکاران[۳۷]	۲۰ کودک ۱۱-۶ ساله دارای عارضه کف پای صاف منعطف به‌صورت تصادفی ساده در دو گروه آزمایش و کنترل قرار گرفتند. گروه آزمایش در کفش‌های خود از کفی‌های حمایت‌کننده قوس طولی پا به مدت ۱۲ هفته استفاده کردند.	برای سنجش تعادل و علائم کف پای صاف از آزمون سازماندهی حسی دستگاه پوسچروگرافی پویا، آزمون افت ناوی و شاخص استاهلی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون استفاده شد.	استفاده کوتاه مدت از کفی طبی منجر به بهبود تعادل در حالت‌های بینایی طبیعی و همچنین استفاده از کفی طبی منجر به افزایش قوس طولی داخلی پا و بهبود نقش کف پا شد. توصیه شد برای بهبود عملکرد حرکتی و تعادلی و علایم کف پای صاف کودکان از کفی‌های طبی حمایت‌کننده استفاده شود.
Zhang و همکاران[۳۸]	با صفحه نیرو مقدار نیروی وارده کف پایی هنگام دویدن ۱۵ دونده با کفش کنترل و ۱۰ ارتوز پایی اندازه‌گیری شد.	مرکز فشار (COP) در کل فاز اتکا، در شرایط ارتوتیک و کنترل مقایسه شد.	تقریباً همه ارتزها باعث کاهش نمودار نیرو زمان در متاتارس دوم و پاشنه داخلی شدند و فقط گوه‌های میانی جلوی پا باعث کاهش این مولفه در هالوکس گردید. اجزای ارتوتیک جلوی پا در مقایسه با حمایت کننده‌های قوسی در تغییر پویای قسمت قدامی پا در دوندگان با پای پرونیت مؤثرتر بودند.
فتاحی و همکاران[۳۹]	۳۴ نوجوان (۱۷ دختر و ۱۷ پسر) با عارضه کف پای صاف و گود در محدوده سنی ۱۱ تا ۱۴ سال شهر تهران به صورت تصادفی انتخاب شدند.	عملکرد تعادلی آزمودنی‌ها در وضعیت‌های ایستا و پویا قبل و بعد از استفاده آنی از کفی مورد بررسی قرار گرفت.	نوجوانان دختر و پسر مبتلا به عارضه کف پای صاف و گود از تعادل دینامیک بهتری بعد از استفاده از کفی برخوردار بودند؛ اما کفی طبی اثر چندانی بر تعادل ایستای آنان نداشت.
ولی زاده اورنج و همکاران[۳]	مطالعه شبه تجربی روی ۳۰ دونده مرد دارای پای پرونیت در دو گروه کنترل و تجربی انجام شد.	از صفحه نیروی برتک برای ثبت نیروهای عکس‌العمل زمین استفاده شد. گروه کنترل از کفش معمولی و گروه تجربی از کفش کنترل حرکتی به مدت ۵ ماه در تمرینات خود استفاده کردند.	استفاده طولانی مدت از کفش‌های کنترل حرکتی می‌تواند در حفظ ثبات اندام تحتانی و تعادل در دوندگان استفاده کننده از این نوع کفش موثر باشد.
Rome و Brown[۴۰]	۳۰ زن و ۲۰ مرد تمرین کرده با پای پرونیت شدید به صورت تصادفی در دو گروه کنترل و تجربی قرار گرفتند.	تست تعادل با استفاده از مانیتور عملکرد تعادل به همراه ارتوزهای پا انجام شد.	پس از ۴ هفته بررسی تفاوت آماری معنی‌داری بین تعادل گروه کنترل و تجربی مشاهده نشد.

افراد سالم هیچ تغییری مشاهده نگردید. همچنین دوندگان دارای پای پرونیت هنگام استفاده از کفش استاندارد در مقایسه با کفش کنترل حرکتی خطر آسیب بیشتری را نشان دادند.[۳۲] یافته‌ها در دوندگان با پای پرونیت که به صورت طولانی مدت از کفش‌های کنترل حرکتی استفاده کردند؛ نشان داده که فرکانس با توان ۹۹/۵ درصد در راستای عمودی کاهش فاز اتکای دویدن را نشان داده است.[۴۱]

بررسی اثرات ارتوز بر شاخص درد، کاهش قابل توجه درد را در افراد دارای پای پرونیت نشان داده است. در مطالعه Castro-Méndez و همکاران نتیجه‌گیری شد که اختلالات دژنراتیو استخوان به دلیل کهولت سن می‌تواند یکی از دلایل کمر درد در افراد مسن باشد. حتی یائسگی زنان نیز می‌تواند از موارد اثرگذار در این مورد باشد.[۲۷] طبق این مطالعه با استفاده از یک نوع مداخله تفاوت چندانی بین جنسیت زن و مرد مشاهده نشد. بنابراین، می‌توان گفت که عوامل مرتبط با سن در نتایج درمان کمردرد تعیین کننده‌تر از تفاوت‌های آنتروپومتریک بین زن و مرد است. پرونیت شدید پا ممکن است با بروز شرایط پاتولوژیک ستون فقرات کمری مرتبط باشد. بنابراین Castro-Méndez و همکاران با استفاده از ارتوز سفارشی درصدد بررسی اثرات این ارتوزها بر کمردرد افراد دارای پای پرونیت برآمدند و این درمان در افراد هایپرپرونیت بر ثبات پا اثر گذاشت و همچنین عملکرد اندام تحتانی و علائم کمردرد را بهبود بخشید.[۴۲] شواهد اندکی برای حمایت از استفاده کفی‌ها به عنوان درمان برای ناتوانی کمردرد مزمن غیراختصاصی وجود دارد.[۴۲-۴۶] با توجه برخی مطالعات بالینی، هایپرپرونیشن پا ممکن است سبب ایجاد یک نقص بیومکانیکی در وضعیت ایستادن و راه رفتن گردد. در نتیجه این وضعیت ممکن است زاویه خاجی، شیب لگن و لوردوز کمری را به عنوان عملکرد جبرانی تحت تاثیر قرار دهد؛ پدیده ای که منجر به کمردرد مزمن غیراختصاصی می‌شود.[۴۷]

اثرات مثبت کفی طبی بر کاهش سرعت زاویه‌ای و جذب شوک‌های وارده بر مفاصل اندام تحتانی و جلوگیری از آسیب‌دیدگی در مفصل مچ پا و زانو مشاهده شده است. به طوری که در مطالعه قبلی ما اثر کفی طبی بر کینماتیک راه رفتن نشان داد که کفی طبی می‌تواند با کاهش سرعت زاویه‌ای مفاصل مچ پا و زانو از آسیب‌دیدگی مفاصل درگیر جلوگیری نماید. کاهش سرعت زاویه‌ای مفاصل اندام تحتانی، منجر به بهبود عملکرد آزمودنی‌ها شده و در نهایت از بروز آسیب در طولانی مدت جلوگیری کرده است. با حفظ قوس‌های کف پا از فروپاشی آن جلوگیری شده و متعاقب آن بهبود در جذب شوک‌های وارده بر اندام تحتانی نمایان گشته و در نهایت از آسیب‌دیدگی جلوگیری به عمل آمده است.[۱۱]

استفاده از کفش با کفی طبی بر متغیرهای نیروی عکس‌العمل در جهت عمودی اثرگذار است. در مطالعه قبلی ما کفش‌های دبل دنسیتی با کفی طبی نشان داد که احتمالاً کفی طبی با حفظ قوس‌های کف پایی نحوه توزیع نیرو رو تغییر داده و بهبود بر نیروی عکس العمل زمین و جذب شوک در دوندگان دارای پرونیشن پا ایجاد کرده است.[۳۷] همچنین طبق پژوهش صادقی و همکاران،[۴۸] باعث افزایش بیشینه اول و بیشینه سوم و کاهش کمینه دوم شده است. افزایش میزان قله اول نیروی عکس‌العمل عمودی هنگام

جدول ۴ : متغیر مورد بررسی کینتیک

منبع	ساختار و حجم نمونه	متغیر مورد بررسی	نتایج اصلی
صادقی و همکاران[۴۸]	۱۵ مرد ورزشکار مبتلا به صافی کف پای منعطف در مطالعه شرکت کردند.	مؤلفه عمودی و قدامی خلفی نیروی عکس‌العمل زمین هنگام راه رفتن در سه حالت پا (برهنه، کفش بدون کفی و کفش با کفی) ارزیابی شد.	با کنترل میزان پرونیشن و اورژن در پا هنگام راه رفتن با استفاده از کفش و کفی طبی سفارشی می‌توان الگوی توزیع نیروی عکس‌العمل را در راستای عمودی و قدامی خلفی نسبت به حالت پای برهنه تغییر داد. نتایج نشان‌دهنده اثر استفاده از کفی طبی سفارشی بر شیوه توزیع نیرو در کف پا و متعاقب آن بر سایر مفاصل است. بررسی تغییرات کینتیکی مفاصل متعاقب استفاده از کفی پیشنهاد می‌شود.
جعفرنژادگرو و همکاران[۴۹]	۲۲ زن دونده دارای پای پرونیت یک پروتکل خسته کننده دویدن روی تردمیل را با استفاده از یک کفش خنثی یا یک کفش کنترل حرکت در دو نوبت جداگانه انجام دادند.	قبل از خستگی و بعد از پروتکل خستگی از شرکت کنندگان خواسته شد تا در مسیری که شامل دو سکوی نیرو برای ثبت نیروها و لحظات واکنش زمینی است؛ روی زمین بدوند.	کفش‌های کنترل حرکت مانع از تشدید افزایش ناشی از خستگی در بارگذاری مکانیکی به دنبال تماس اولیه در دونده‌های زن شدند.
مددی شاد و همکاران[۵۰]	۱۵ فرد سالم در مطالعه شرکت کردند.	با استفاده از دستگاه وایکان شامل چهار دوربین و همچنین دو دستگاه صفحه نیروی کیستلر مولفه‌های نیروی عکس‌العمل راه‌رفتن آزمودنی‌ها با و بدون سه نوع کفی داخل کفش با شیب‌های ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درجه تحلیل شدند.	استفاده از کفی آنتی‌پرونیشن با ۲۰ درجه شیب خارجی، نرخ بارگذاری را در مرحله پیشروی کاهش داد؛ اما در مقابل، نیروی عکس‌العمل عمودی و افقی رو به خارج را افزایش داده و نیز زانو را در وضعیت واروس قرار داد که ممکن است با افزایش خطر استئوآرتریت همراه باشد.
علوی مهر و همکاران[۵۱]	کارآزمایی بالینی روی ۱۵ کودک دارای کف پای صاف (افتادگی ناویکولار بیشتر از ۱۰ میلی‌متر) از بین دانش آموزان مدارس شهر همدان انجام شد.	مقادیر کینتیکی و کینماتیکی حرکت به ترتیب توسط صفحه نیرو و سیستم تحلیل حرکتی ثبت گردید.	کفی طبی مورد استفاده می‌تواند اثرات مثبت بر روی مقادیر نیروهای عکس‌العمل زمین داشته باشد. با وجود این، کفی طبی مورد استفاده مقادیر گشتاور آزاد و نرخ بارگذاری عمودی را تغییر نداد.

استفاده از کفش با کفی طبی می‌تواند به دلیل پوشیدن کفش و افزایش طول پا باشد. به نظر می‌رسد که با پوشیدن کفش به دلیل ارتفاع پاشنه کفش، بلندتر شدن طول اندام تحتانی نسبت به حالت پا برهنه میزان مقدار قله اول افزایش یافته است که این یافته‌ها با نتایج مطالعه Keenan و همکاران[۵۲] و نیز مطالعه Yung-Hui و Wei-Hsien[۵۳] همسو بود.

استفاده از ارتوز و کفش‌های کنترل حرکتی نتایج مثبتی بر بهبود فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی و عملکرد ورزشی داشته است. در همین راستا در مطالعه دهقانی و همکاران اثر بریس زانو بر دامنه فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی سالمندان هنگام راه رفتن، اثر عامل بریس بر دامنه فعالیت الکتریکی عضلات درشت‌نی قدامی، نیم‌وتری و راست‌کننده ستون فقرات طی راه رفتن در فاز پاسخ بارگیری، میانه اتکا، هل دادن و نوسان اختلاف معنی‌داری نشان داد. همچنین اثر این آزمایش بر عضلات پهن خارجی و پهن داخلی طی فاز پاسخ بارگیری و هل دادن و بر عضلات دوقلوی داخلی، دو سررانی و سرینی میانی طی فاز میانه اتکا، هل دادن و نوسان معنی‌دار بود[۱۷] که هم راستا با این پژوهش Shimada و همکاران گزارش کردند فعالیت عضلات نعلی و درشت‌نی قدامی طی فاز میانه اتکا در سالمندان نسبت به دیگر فازها بیشتر است.[۵۴] به‌نظر می‌رسد استفاده از انواع ابزارهای حمایتی و کفش‌های کنترل حرکتی با بهبود فعالیت الکتریکی عضلات علاوه بر بهبود عملکرد ورزشی از آسیب‌های اندام تحتانی جلوگیری می‌کند.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که ارتوزهای پا و کفش کنترل حرکتی می‌توانند اثرات مثبتی بر تعادل، بهبود فعالیت عضلات اندام تحتانی، کاهش پرونیشن پا و نیروهای وارده بر پا و مفاصل اندام تحتانی داشته باشند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از همه نویسندگانی که با همکاری خود در خصوص ارسال مقالاتی که امکان دسترسی وجود نداشت؛ ما را یاری نمودند؛ صمیمانه تشکر می‌نماییم. بین نویسندگان تضاد منافع وجود ندارد.

References

1. Bahr R, Krosshaug T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. British Journal of Sports Medicine. 2005; 39(6): 324-29. doi: 10.1136/bjsm.2005.018341.

2. Jaafarnejad A, Amirzade N, Heseinpour A, Siahkouhian M, Mokhtari Malek Abadi A. [Evaluation of Frequency Spectrum of Ground Reaction Force during Walking on Sand and Flat Surface in Individuals with Pronated Foot]. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2020; 9(3): 93-101. doi: 10.22037/jrm.2019.112643.2230. [Article in Persian]

3. Valizade-Orang A, Siahkoohian M, Jafarnezhadgero A, Bolboli L, Ghorbanlou F. [Investigating the Effects of Long-Term Use of Motion Control Shoes on the Frequency Spectrum of Ground Reaction Force during Running in the Runners with Pronated Feet]. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2019; 8(4): 123-31. doi: 10.22037/jrm.2019.111504.2040. [Article in Persian]

4. Jafarnezhadgero A, Fatollahi A, Amirzadeh N, Siahkouhian M, Granacher U. Ground reaction forces and muscle activity while walking on sand versus stable ground in individuals with pronated feet compared with healthy controls. PLoS One. 2019 Sep; 14(9): e0223219. doi: 10.1371/journal.pone.0223219.

5. Razeghi M, Batt ME. Foot type classification: a critical review of current methods. Gait Posture. 2002 Jun; 15(3): 282-91. doi:

10.1016/s0966-6362(01)00151-5.

6. Koreili Z, Fatahi A, Azarbayjani MA, Sharifnezhad A. [Comparison of Static Balance Performance and Plantar Selected Parameters of Dominant and Non-dominant Leg in Active Adolescent's Female With Ankle Pronation]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2021; 12(2): 306-19. doi: 10.32598/SJRM.12.2.7. [Article in Persian]

7. Valizadehorang A, Jafarnezhadgero A, Alihosseini S. [The Effects of Motion Control Shoes on Knee Joint Co-Contraction in Overweight Individuals With Flat Feet]. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2022; 10(6): 1182-93. doi: 10.32598/SJRM.10.6.5. [Article in Persian]

8. Ford KR, Myer GD, Hewett TE. Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. Med Sci Sports Exerc. 2003 Oct; 35(10): 1745-50. doi: 10.1249/01.MSS.0000089346.85744.D9.

9. Weir G, Jewell C, Wyatt H, Trudeau MB, Rohr E, Brüggemann GP, et al. The influence of prolonged running and footwear on lower extremity biomechanics. Footwear Science. 2019; 11(1): 1-11. doi: 10.1080/19424280.2018.1539127.

10. Jafarnezhadgero A, Majlesi M, Madadi-Shad M. The effects of low arched feet on lower limb joints moment asymmetry during gait in children: A cross sectional study. Foot (Edinb). 2018 Mar; 34: 63-68. doi: 10.1016/j.foot.2017.11.005.

11. Jafarnezhadgero AA, Madadi-Shad M, Momen HR, Hanifeh MB. [Acute Effects o Foot Orthosis on Lower Limb Joint Angular Velocities During Normal Gait]. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2022; 11(3): 370-81. doi: 10.32598/SJRM.11.3.2. [Article in Persian]

12. Daneshmandi H, Saki F, Shahheidari S, Khoori A. Lower extremity Malalignment and its linear relation with Q angle in female athletes. Procedia - Social and Behavioral Sciences. 2011; 15: 3349-54. doi: 10.1016/j.sbspro.2011.04.298.

13. Jafarnezhadgero A, Sadri A. [The effects of foot orthoses on lower limb intra-joint coordination variability during walking in children with flexible flat foot]. Journal of Applied Exercise Physiology. 2019; 14(28): 89-100. doi: 10.22080/jaep.2019.13129.1685. [Article in Persian]

14. Beynnon BD, Ryder SH, Konradsen L, Johnson RJ, Johnson K, Renström PA. The effect of anterior cruciate ligament trauma and bracing on knee proprioception. Am J Sports Med. 1999 Mar-Apr; 27(2): 150-55. doi: 10.1177/03635465990270020601.

15. Fautrel B, Hilliquin P, Rozenberg S, Allaert FA, Coste P, Leclerc A, et al. Impact of osteoarthritis: results of a nationwide survey of 10,000 patients consulting for OA. Joint Bone Spine. 2005 May; 72(3): 235-40. doi: 10.1016/j.jbspin.2004.08.009.

16. Ramsey DK, Russell ME. Unloader braces for medial compartment knee osteoarthritis: implications on mediating progression. Sports Health. 2009 Sep; 1(5): 416-26. doi: 10.1177/1941738109343157.

17. Dehghani M, Mokhtari Malek Abadi A, Jafarnezhadgero AA. [Effect of Knee Brace on the Electric Activity of Selected Lower Limb Muscles during Walking in Older Adults]. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2022; 11(1): 14-27. doi: 10.32598/SJRM.11.1.2. [Article in Persian]

18. Jafarnezhadgero AA, Ghorbanlou F, Ghane Gh. [The effect of long-term use of lumbar brace on the electromyography frequency spectrum of trunk and lower limbs in low back pain older adults with pronated feet during walking]. Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2020; 42(4): 394-401. doi: 10.34172/mj.2020.060. [Article in Persian]

19. Fasihi A, Siahkouhian M, Jafarnezhadgero A, Bolboli L, Sheikhalizade H. [The Effect of Exhaustive Protocol on Knee Muscle Co-contraction in Healthy People and with a Pronated Foot during Running]. Journal of Military Medicine. 2022; 23(2): 161-71. doi: 10.30491/JMM.23.2.161. [Article in Persian]

20. Mantashloo Z, Sadeghi H, Khaleghi Tazji M. Comparison of Ground Reaction Forces and Muscles Electrical Activity of the Ankle during Running in Young Men with Pronation and Normal Foot. JRUMS. 2017; 16(4): 353-64. [Article in Persian]

21. Jafarnezhadgero AA, Heshmatizadeh S. [Lower limb kinematic in low back pain patients with pronated foot before and after a selected training protocol during walking]. J Anesth Pain. 2019; 9(4): 89-99. [Article in Persian]

22. Javdaneh N, Mozafaripour E, Javdaneh N, Davati kazemneya Y, Pourmahmodyan P. Comparing Isometric Strength of Selected Lower Extremity Muscles in Hyperpronated Foot With Healthy Male Athletes. PTJ. 2014; 4(2): 90-95.

23. Jafarnezhadgero AA, Fakhri E, Valizadeh Orang A, Alizadeh R. [Effect of Shoes with Spikes Containing Two Different Stiffness on Frequency Spectrum of Muscles during Running in Patients with Pronated Feet]. J Gorgan Univ Med Sci. 2021; 23(3): 40-46. [Article in Persian]

24. Jafarnezhadgero A, Fatollahi A, Siahkuhian M, Valizadehorang A. [Effect of Long-term Use of Motion Control Shoes on Muscular Frequency Spectrum in Individuals with Pronated Feet during Walking]. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2020; 9(2): 101-109. doi: 10.22037/jrm.2019.111825.2107. [Article in Persian]

25. Hajizadeh M, Desmyttere G, Ménard AL, Bleau J, Begon M. Understanding the role of foot biomechanics on regional foot orthosis deformation in flatfoot individuals during walking. Gait Posture. 2022 Jan; 91: 117-25. doi: 10.1016/j.gaitpost.2021.10.015.

26. Urushihata T, Haba T, Nakagawa Y, Kawamura D, Umezaki Y, Kumazawa I. Effect of wearing carbon plate shoes on the running economy of pronated feet. Journal of International Exercise Sciences. 2022; 1(1): 40-49. doi: 10.58796/jiesjapan.1.1_40.

27. Castro-Méndez A, Palomo-Toucedo IC, Pabón-Carrasco M, Ramos-Ortega J, Díaz-Mancha JA, Fernández-Seguín LM. Custom-Made Foot Orthoses as Non-Specific Chronic Low Back Pain and Pronated Foot Treatment. Int J Environ Res Public Health. 2021 Jun; 18(13): 6816. doi: 10.3390/ijerph18136816.

28. Willems TM, Ley C, Goetghebeur E, Theisen D, Malisoux L. Motion-Control Shoes Reduce the Risk of Pronation-Related Pathologies in Recreational Runners: A Secondary Analysis of a Randomized Controlled Trial. J Orthop Sports Phys Ther. 2021 Mar; 51(3): 135-43. doi: 10.2519/jospt.2021.9710.

29. Wu FL, Shih YF, Lee SH, Luo HJ, Wang WT. Can short-term effectiveness of anti-pronation taping predict the long-term outcomes of customized foot orthoses: developing predictors to identify characteristics of patients with plantar heel pain likely to benefit from customized foot orthoses. BMC Musculoskelet Disord. 2019 May; 20(1): 264. doi: 10.1186/s12891-019-2648-3.

30. Rabiei M, Eslami M, Sadeghi H, Fayyaz Movaghar A. [Effect of lateral wedge insole with different inclination on foot kinematics using Principal Component Analysis]. J Shahrekord Univ Med Sci. 2017; 19(1): 62-72. [Article in Persian]

31. Bahramian F, Abootorabi A, Zarezadeh F, Rezaeian T. [Research Paper: Effect of Custom-Molded Insole With New Technique on Pain and Function in Females With Flexible Flat Foot: A Pilot Study]. JREHAB. 2017; 17(4): 318-25. doi: 10.21859/jrehab-1704318. [Article in Persian]

32. Malisoux L, Chambon N, Delattre N, Gueguen N, Urhausen A, Theisen D. Injury risk in runners using standard or motion control shoes: a randomised controlled trial with participant and

assessor blinding. Br J Sports Med. 2016; 50(8): 481-87. doi: 10.1136/bjsports-2015-095031.

33. Evans AM. Mitigating clinician and community concerns about children's flatfeet, intoeing gait, knock knees or bow legs. J Paediatr Child Health. 2017 Nov; 53(11): 1050-53. doi: 10.1111/jpc.13761.

34. Lilley K, Stiles V, Dixon S. The influence of motion control shoes on the running gait of mature and young females. Gait Posture. 2013 Mar; 37(3): 331-35. doi: 10.1016/j.gaitpost.2012.07.026.

35. Cheung RT, Ng GY. Efficacy of motion control shoes for reducing excessive rearfoot motion in fatigued runners. Physical Therapy in Sport. 2007 May; 8(2): 75-81. doi: 10.1016/j.ptsp.2006.12.002.

36. Rose A, Birch I, Kuisma R. Effect of motion control running shoes compared with neutral shoes on tibial rotation during running. Physiotherapy. 2011 Sep; 97(3): 250-55. doi: 10.1016/j.physio.2010.08.013.

37. Heydari M, Mousavi Sadati SK, Daneshjoo A. [Short-term Effects of Using Arch Supporting Insoles on Balance and Symptoms of Flexible Flat Foot in Children]. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2022; 10(6): 1244-57. doi: 10.32598/SJRM.10.6.11. [Article in Persian]

38. Zhang X, Lam WK, Vanwanseele B. Dose-response effects of forefoot and arch orthotic components on the center of pressure trajectory during running in pronated feet. Gait Posture. 2022 Feb; 92: 212-17. doi: 10.1016/j.gaitpost.2021.11.033.

39. Fattahi A, Koreili Z, Ameli M. [Instantaneous Effect of Insole on the Balance of Adolescents With Flat Foot and Pes Cavus]. J Sport Biomech. 2020; 6(1): 44-53. doi: 10.32598/biomechanics.6.1.6. [Article in Persian]

40. Rome K, Brown CL. Randomized clinical trial into the impact of rigid foot orthoses on balance parameters in excessively pronated feet. Clin Rehabil. 2004 Sep; 18(6): 624-30. doi: 10.1191/0269215504cr767oa.

41. Alavi-Mehr SM, Jafarnezhadgero A, Salari-Esker F, Zago M. Acute effect of foot orthoses on frequency domain of ground reaction forces in male children with flexible flatfeet during walking. Foot (Edinb). 2018 Dec; 37: 77-84. doi: 10.1016/j.foot.2018.05.003.

42. Castro-Méndez A, Munuera PV, Albornoz-Cabello M. The short-term effect of custom-made foot orthoses in subjects with excessive foot pronation and lower back pain: a randomized, double-blinded, clinical trial. Prosthet Orthot Int. 2013 Oct; 37(5): 384-90. doi: 10.1177/0309364612471370.

43. Chuter V, Spink M, Searle A, Ho A. The effectiveness of shoe insoles for the prevention and treatment of low back pain: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. BMC Musculoskelet Disord. 2014 Apr; 15: 140. doi: 10.1186/1471-2474-15-140.

44. Cambron JA, Duarte M, Dexheimer J, Solecki T. Shoe orthotics for the treatment of chronic low back pain: a randomized controlled pilot study. J Manipulative Physiol Ther. 2011 May; 34(4): 254-60. doi: 10.1016/j.jmpt.2011.04.004.

45. Rosner AL, Conable KM, Edelmann T. Influence of foot orthotics upon duration of effects of spinal manipulation in chronic back pain patients: a randomized clinical trial. J Manipulative Physiol Ther. 2014 Feb; 37(2): 124-40. doi: 10.1016/j.jmpt.2013.11.003.

46. Khamis S, Yizhar Z. Effect of feet hyperpronation on pelvic alignment in a standing position. Gait Posture. 2007 Jan; 25(1): 127-34. doi: 10.1016/j.gaitpost.2006.02.005.

47. Murray KJ, Molyneux T, Le Grande MR, Castro Mendez A, Fuss FK, Azari MF. Association of Mild Leg Length Discrepancy and Degenerative Changes in the Hip Joint and Lumbar Spine. J Manipulative Physiol Ther. 2017 Jun; 40(5): 320-29. doi: 10.1016/j.jmpt.2017.03.001.

48. Sadeghi H, Mohseni Zonouzi F, Peeri M. [Effects of Foot Sole on Ground Reaction Forces During Walking in Male Athletes With Flexible Flat Foot]. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2021; 10(2): 220-33. doi: 10.22037/jrm.2020.113736.2426.

49. Jafarnezhadgero AA, Sorkhe E, Oliveira AS. Motion-control shoes help maintaining low loading rate levels during fatiguing running in pronated female runners. Gait Posture. 2019 Sep; 73: 65-70. doi: 10.1016/j.gaitpost.2019.07.133.

50. Madadi-Shad M, Farahpour N, Majlesi M. [Immediate Effects of Anti-Pronation Foot Orthoses with Different Inclination Angles on Ground Reaction Force Components during Walking]. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2019; 8(4): 92-102. doi: 10.22037/jrm.2019.111558.2064. [Article in Persian]

51. Alavi Mehr SM, Jafarnezhadgero A, Majlesi M. [The Immediate Effect of Medical Insole on Loading Rate, Impulse, and Free Moment in Male Children with Flat Foot: A clinical trial]. JRUMS. 2018; 17(1): 27-38. [Article in Persian]

52. Keenan GS, Franz JR, Dicharry J, Della Croce U, Kerrigan DC. Lower limb joint kinetics in walking: the role of industry recommended footwear. Gait Posture. 2011 Mar; 33(3): 350-55. doi: 10.1016/j.gaitpost.2010.09.019.

53. Yung-Hui L, Wei-Hsien H. Effects of shoe inserts and heel height on foot pressure, impact force, and perceived comfort during walking. Appl Ergon. 2005 May; 36(3): 355-62. doi: 10.1016/j.apergo.2004.11.001.

54. Shimada S, Kobayashi S, Wada M, Uchida K, Sasaki S, Kawahara H, et al. Effects of disease severity on response to lateral wedged shoe insole for medial compartment knee osteoarthritis. Arch Phys Med Rehabil. 2006 Nov; 87(11): 1436-41. doi: 10.1016/j.apmr.2006.08.018.