

Research Paper

Short-term Effects of Using Arch Supporting Insoles on Balance and Symptoms of Flexible Flat Foot in Children



Mahsa Heydari¹ , *Seyed Kazem Mousavi Sadati¹ , Abdolrasoul Daneshjoo¹

1. Department of Physical Education and Sport Sciences, East Tehran branch, Islamic Azad university, Tehran, Iran.



Citation Heydari H, Mousavi Sadati SK, Daneshjoo A. [Short-term Effects of Using Arch Supporting Insoles on Balance and Symptoms of Flexible Flat Foot in Children (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2022; 10(6):1244-1257. <https://doi.org/10.32598/SJRM.10.6.11>

<https://doi.org/10.32598/SJRM.10.6.11>



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

ABSTRACT

Background and Aims One of the treatment methods for Pediatric Flexible Flat Foot (PFFF) is to use medical insoles. The current study aimed to investigate the Short-term effects of arch supporting insoles on balance and symptoms of flexible flat foot in children.

Methods Twenty children aged 6-11 years with a flexible flatfoot complication were purposefully selected after applying Inclusion and exclusion criteria. Participants were randomly assigned to two intervention (n=10) and control groups (n=10). The intervention group used insoles supporting the longitudinal arch of the foot in their shoes for 12 weeks, but the control group did not use them. To measure the balance and symptoms of flexible flat foot in children, a sensory organization test of dynamic posturography apparatus, medial longitudinal arch height, and footprint were used in the pre-posttest. The intervention group used insoles supporting the longitudinal arch of the foot in their shoes for 12 weeks, but the control group did not. Data analysis was performed in two descriptive (mean and standard deviation) and inferential (covariance analysis) sections using SPSS software v. 25 at a significance level of $\alpha < 0.05$.

Results The results showed that short-term use of medical insoles led to improved balance in conditions of normal vision and fixed support ($P=0.047$), absent vision and fixed support ($P=0.1010$), sway referenced vision and fixed support ($P=0.004$), normal vision and fixed support ($P=0.004$), absent vision and sway referenced support ($P=0.001$) and sway referenced vision and sway referenced support ($P=0.001$). The results also showed that medical insoles improved the medial longitudinal arch of the foot ($P=0.001$) and footprint ($P=0.001$).

Conclusion According to the results of the present study, educators and parents of children with flexible flat foot are advised to use supportive medical insoles to improve children's motor function, balance, and symptoms of flexible flat foot.

Keywords Postural control, flexible flat foot, medical insole

Article Info:

Received: 10 Jul 2020

Accepted: 27 Oct 2020

Available Online: 21 Jan 2022

* Corresponding Author:

Seyed Kazem Mousavi Sadati, PhD.

Address: Department of Physical Education & Sport Sciences, East Tehran branch, Islamic Azad university, Tehran, Iran.

Tel: +98 (21)33594950-9

E-Mail: drmousavisadati@gmail.com

Extended Abstract

Introduction

The foot is located at the bottom of the lower extremity motor chain. Due to its anatomical structure, the foot provides a relatively small level of support on which the body maintains its balance so that it maintains its balance. The posture should be effective pes planus and pes cavus are some of the changes that may lead to disturbances in postural control, troubles in the pressures on the soles of the feet, the occurrence of various injuries to the lower limbs, and changes in the mobility of the ankle and foot joints when the foot comes in contact with the ground.

Studies on the effect of different types of foot postures on postural control and balance have shown different results. One of the treatment methods for children's flexible flat foot is the use of medical insoles. Researchers have not been able to find a study in children with the flexible flat foot that examined the effects of short-term use of insoles on qualitative and quantitative changes in balance by manipulating visual, vestibular, and proprioceptive sensory afferent information.

This study aimed to investigate the effects of short-term use of arch support insoles on balance in different sensory conditions and symptoms of the flexible flat foot (internal longitudinal arch height and footprint) in children aged 6-11 years.

Materials and Methods

The method of the present study was quasi-experimental with pretest and posttest. Twenty children aged 6-11 years with a flexible flatfoot complication were purposefully selected after applying Inclusion and exclusion criteria. Participants were randomly assigned to two intervention (n=10) and control groups (n=10). The intervention group used insoles supporting the longitudinal arch of the foot in their shoes for 12 weeks, but the control group did not use them. Inclusion criteria were as follow: the age range (6-11 years), having a flexible flat foot, normal vision with or without glasses, not consuming drugs that affect sensory and motor function, and no lower limb surgery in the last six months. Exclusion criteria included not participating in the posttest and not using medical insoles during the intervention, according to the accounts of the individual or their parents.

To measure the balance in children, a sensory organization test of dynamic posturography apparatus was used in the pretest-posttest. The Sensory Organization Test evaluates the function of each visual, vestibular, and proprioceptive sensory system in posture control. This test has 6 modes. According to the defined protocol, each of these tests is performed 3 times, and the average of these 3 attempts is used as an index of posture control (0 to 100). The higher the balance score, the better the balance.

The Navicular Drop Test (NDT) assessed the height of the medial longitudinal arch of the foot. In this test, the participant is seated, with the soles of their feet on the ground and their knees bent at a 90-degree angle. The ankle joint is placed in a neutral position in such a way that the neutral position of the ankle is maintained, and the most prominent part of the navicular tuberosity is marked. The assessor then places an index card vertically on the inside of the foot from the floor that passes through the navicular bone. The surface in front of the most prominent point of the navicular bone is marked on the card. The person is then asked to stand without changing the position of the legs and to spread their weight evenly on both feet. In the standing position, the distance of the most prominent part of the navicular tuberosity to the ground is determined again and marked on the card. Finally, the difference between the height of the navicular bone in the sitting position and the standing position (weight-bearing) with a ruler is taken, which is the amount obtained in millimeters, which indicates the degree of sagging of the navicular bone.

The footprint was assessed by the Staheli arch index (SI). Talc powder was used to draw the footprint. Subjects were asked to dip their feet in talcum powder and walk on it, regardless of the cardboard already embedded in the ground. Then footprint was evaluated using the Staheli arch index (with a validity coefficient of more than 0.75). Data analysis was performed in two descriptive (Mean±SD) and inferential (ANCOVA) sections using SPSS software v. 25 at a significance level of $\alpha < 0.05$.

Results

The results showed that short-term use of medical insoles led to improved balance in conditions of normal vision and fixed support ($P=0.047$), absent vision and fixed support ($P=0.1010$), sway referenced vision and fixed support ($P=0.004$), normal vision and fixed support ($P=0.004$), absent vision and sway referenced support ($P=0.001$) and sway referenced vision and sway referenced support ($P=0.001$). In all sensory conditions, the partial square of ETA also indicates that a significant

variance of the dependent variable is explained by the difference between the two groups (independent variable). The results also showed that medical insoles improved the medial longitudinal arch of the foot ($P=0.001$) and footprint ($P=0.001$).

Dissection

It seems that using medical insoles is helpful in children with a flexible flat foot. It can, to some extent, improve balance function in various sensory conditions and the symptoms of flat feet (internal longitudinal arch of the print). These results are significant considering the use of minimal equipment for such a significant improvement. According to the results of the present study, educators and parents of children with the flexible flat foot are advised to use supportive medical insoles to improve children's motor function, balance, and symptoms of flexible flat foot.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles are considered in this article. The participants were informed about the purpose of the research and its implementation stages. They were also assured about the confidentiality of their information and were free to leave the study whenever they wished, and if desired, the research results would be available to them.

Funding

This article is taken from the master's thesis of Mahsa Heidari, Department of Physical Education and Sports Sciences, [Islamic Azad University, East Tehran Branch](#). The study did not receive any funding from public, commercial, or nonprofit funding organizations.

Authors' contributions

Data collection: Mahsa Heidari; Methodology and writing of the main draft: Mahsa Heidari and Seyed Kazem Mousavi Sadati; Conceptualization, review, editing and review: All authors.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We would like to thank all the participants in the research and the esteemed officials of the University and

the Comprehensive Rehabilitation Center of the Red Crescent Society of Tehran who helped us in compiling this research.



مقاله پژوهشی

اثرات استفاده کوتاه مدت از کفی‌های حمایت‌کننده قوس کف پا بر تعادل و علائم کف پای صاف انعطاف‌پذیر کودکان

مهسا حیدری^۱، سید کاظم موسوی ساداتی^۱، عبدالرسول دانشجو^۱

۱. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد تهران شرق، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.



Citation Heydari H, Mousavi Sadati SK, Daneshjoo A. [Short-term Effects of Using Arch Supporting Insoles on Balance and Symptoms of Flexible Flat Foot in Children (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2022; 10(6):1244-1257. <https://doi.org/10.32598/SJRM.10.6.11>

<https://doi.org/10.32598/SJRM.10.6.11>

چکیده



مقدمه و اهداف یکی از روش‌های درمان کف پای صاف انعطاف‌پذیر کودکان، استفاده از کفی طبی است. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی اثرات کوتاه مدت استفاده از کفی‌های حمایت‌کننده قوس کف پا بر تعادل و علائم کف پای صاف انعطاف‌پذیر در کودکان شهر تهران بود.

مواد و روش‌ها پس از اعمال معیارهای ورود و خروج، تعداد ۲۰ کودک ۶-۱۱ ساله دارای عارضه کف پای صاف منعطف به‌صورت هدفمند انتخاب و به‌صورت تصادفی ساده در دو گروه آزمایش ($n=10$) و کنترل ($n=10$) قرار گرفتند. گروه آزمایش در کفش‌های خود از کفی‌های حمایت‌کننده قوس طولی پا به مدت ۱۲ هفته استفاده کردند، اما گروه کنترل استفاده نکردند. 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. تجزیه و تحلیل اطلاعات در دو بخش توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) و استنباطی (تحلیل کواریانس) با استفاده از نسخه ۲۵ نرم‌افزار SPSS در سطح معناداری $\alpha < 0.05$ انجام شد.

یافته‌ها نتایج نشان داد استفاده کوتاه مدت از کفی طبی منجر به بهبود تعادل در حالت‌های بینایی طبیعی و سطح اتکا ثابت ($P=0.047$)، حذف بینایی و سطح اتکا ثابت ($P=0.010$)، مرجع بینایی متحرک و سطح اتکا ثابت ($P=0.004$)، بینایی طبیعی و سطح اتکا متحرک ($P=0.004$)، حذف بینایی و سطح اتکا متحرک ($P=0.001$) و مرجع بینایی متحرک و سطح اتکا متحرک ($P=0.001$) می‌شود. همچنین استفاده از کفی طبی منجر به افزایش قوس طولی داخلی پا ($P=0.001$) و بهبود نقش کف پا ($P=0.001$) شد.

نتیجه‌گیری با توجه به نتایج حاصله از پژوهش حاضر، به مربیان و والدین کودکان مبتلا به کف پای صاف انعطاف‌پذیر توصیه می‌شود برای بهبود عملکرد حرکتی و تعادلی و علائم کف پای صاف کودکان از کفی‌های طبی حمایت‌کننده استفاده کنند.

کلیدواژه‌ها کنترل پاسچر، کف پای صاف منعطف، کفی طبی

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۲۰ تیر ۱۳۹۹

تاریخ پذیرش: ۶ آبان ۱۳۹۹

تاریخ انتشار: ۱ بهمن ۱۴۰۰

* نویسنده مسئول:

دکتر سیدکاظم موسوی ساداتی

نشانی: تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شرق، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی.

تلفن: ۹-۳۳۵۹۴۹۵۰ (۲۱) ۹۸+

رایانامه: drmousavisadati@gmail.com

مقدمه

قوس طولی با ثبات می‌شود، وجود ندارد. درمان‌ها برای صافی کف پا شامل ورزش، اصلاح حرکات، کاهش وزن، جراحی، بی‌حرکتی با ارتزها، فیزیوتراپی و درمان دارویی با داروها برای کاهش درد و التهاب است [۱۲]. در مواردی که صافی کف پا شدید باشد، یعنی زمانی که دیگر درمان‌ها موفقیت‌آمیز نباشد، ممکن است درمان جراحی در نظر گرفته شود. هرچند نتایج طولانی مدت رضایت‌بخش نیست [۱۳]. درمان ارتزی شامل تجویز ارتزهای متنوع سفارشی ساخت، ارتزهای پیش ساخته، ساپورت قوسی، اصلاحات پاشنه و کفش طبی است. مک کالو^{۱۲}، ارتز را به‌عنوان وسیله‌ای برای کنترل مقدار و میزان نرخ حرکات مفصل تحت قاپی^{۱۳} و همچنین بازسازی حرکات بیومکانیکی نرمال در مفصل ساب‌تالار^{۱۴} مفصل تالوکالکانئال^{۱۵} و دیگر مفاصل اندام تحتانی توصیف کرد. کفش مناسب و کفی با افزایش حس عمقی سبب افزایش تعادل می‌شود و خطر پیچ‌خوردگی را در کودکان دچار صافی کف پا کاهش می‌دهد [۱۴].

علی‌رغم آنکه مداخلات غیر جراحی به‌طور گسترده در درمان صافی کف پای انعطاف‌پذیر^{۱۶} استفاده می‌شود، اما تحقیقات قوی اندکی برای حمایت از تأثیر مداخلات غیر جراحی و کفی طبی در درمان صافی کف پای انعطاف‌پذیر وجود دارد [۱۷-۱۵]. مطالعات نشان داده‌اند در افراد دچار صافی کف پا، خط وزن به داخل حرکت می‌کند و سبب ایجاد گشتاور پروناتوری^{۱۷} در این افراد می‌شود، در حالی که ارتزهای حمایت‌کننده قوس داخلی سبب جابه‌جایی خط وزن به خارج می‌شود و با کاهش میزان نوسان در حالت ایستایی و راه رفتن، تعادل را افزایش می‌دهد [۱۸، ۱۷]. نتایج بعضی از تحقیقات گذشته بر پوشیدن کفی نشان می‌دهد جابه‌جایی مرکز فشار در سمت خارج بیشتر از داخل دیده می‌شود [۱۹، ۲۰]. بررسی مطالعات انجام شده در مورد استفاده از کفی‌های طبی بر روی پارامترهای مختلف گام برداشتن و تعادل نشانگر نتایج متفاوت و بعضاً متناقض است. به‌عنوان مثال یانگ چویی^{۱۸} و همکاران در یک مطالعه در مورد استفاده از کفی‌های طبی برای درمان کف پای صاف به این نتیجه رسیدند که کف پای صاف با افزایش سن بهبود می‌یابد و استفاده طولانی مدت از کفی‌های حمایت‌کننده قوس داخلی نمی‌تواند راستای بخش خلفی پا در کودکان ۱۱ تا ۱۲ سال دارای کف پای انعطاف‌پذیر را بهبود بخشد. با این حال، در بیشتر مطالعات استفاده از کفی طبی اثرات مثبتی داشته است [۲۱]. جعفرنژاد و همکاران در تحقیقی نشان دادند استفاده از کفی طبی باعث بهبود پارترهای زمانی و سرعت گام برداشتن کودکان با کف پای صاف می‌شود [۲۲]. صالحی و همکاران تأثیر کفی طبی را بر تعادل پویای دختران

با توجه به ساختار آناتومیکی پا و موقعیت قرارگیری آن در پایین‌ترین بخش زنجیره حرکتی اندام تحتانی و سطح اتکا نسبتاً کوچکی که بدن بر روی آن تعادل خود را حفظ می‌کند، به نظر می‌رسد کوچکترین تغییرات بیومکانیکی در سطح اتکا بر کنترل وضعیت بدن^۱ تأثیرگذار باشد. پای صاف^۲ و پای گود^۳ از جمله تغییراتی به شمار می‌روند که احتمالاً منجر به اختلال در کنترل وضعیت بدن، اختلال در فشارهای وارده بر کف پا، بروز آسیب‌های مختلف اندام تحتانی، تغییر در تحریک‌پذیری مفاصل مچ پا و پا در زمان تماس پا با زمین می‌شوند [۱]. تحقیقاتی که در مورد تأثیر انواع وضعیت پا بر کنترل وضعیت بدن و تعادل صورت گرفته است، نتایج متفاوتی را نشان داده است. لرد^۴ و همکاران مدعی شدند ثبات وضعیت در شرایط ایستا و پویا تحت تأثیر نوع پا قرار می‌گیرد [۲]. هرتل^۵ و همکاران گزارش کردند افراد دارای پای گود، میزان انحراف مرکز فشار بیشتری نسبت به افراد دارای پای نرمال دارند، در حالی که تفاوتی در سرعت و میزان انحراف مرکز فشار بین افرادی با پای صاف و پای نرمال مشاهده نشده است [۳]. ساندری^۶ و همکاران در زمان اندازه‌گیری تعادل افراد با پای صاف و پای طبیعی تفاوت معناداری را مشاهده نکردند [۴]. شواهد حاکی از این است که در زمان وقوع ناهنجاری اسکلتی و عضلانی، عضلات و لیگامنت‌های (رباط‌ها) داخل پا فعالیت کمتر، عضلات و لیگامنت‌های (رباط‌ها) خارج پا فعالیت بیشتری دارند. در نتیجه، ممکن است فعالیت عضلات نسبت به افراد نرمال تغییر کند. انحراف بخش‌های اسکلتی منجر به افزایش مصرف انرژی و فشارهای مکانیکی می‌شود [۵، ۴].

به مرور زمان نیروی بیش از حد بر روی قوس طولی داخلی به قسمت‌های بالاتر شامل مفصل ساب‌تالار^۷، مچ پا، زانو، مفصل ران یا هیپ^۸ و حتی ستون فقرات منتقل می‌شود [۶]. صافی کف پا در ایجاد بسیاری از اختلالات عضلانی-اسکلتی نظیر التهاب تاندون آشیل^۹، شکستگی استرسی، درد مفصل پاتلوفمورال^{۱۰} و کمردرد می‌تواند تأثیرگذار باشد [۷-۹]. در مورد درمان صحیح صافی کف پا از مشاهده به تنهایی تا فیزیوتراپی و درمان ارتزی^{۱۱} بین درمانگرها اختلاف نظر وجود دارد [۱۱، ۱۰]. درمان صافی کف پا بدون علامت، مورد مباحثه است. با این حال، شواهدی که نشان دهد درمان صافی کف پای زود هنگام سبب شکل‌گیری

1. Posture
2. Pes Planus
3. Cavus feet
4. Lord
5. Hertel
6. Sandrey
7. Subtalar joint
8. Hip joint
9. Achilles tendon
10. Patellofemoral joint
11. Orthoses

12. McCulloch
13. Subtalar
14. Subtalar joint
15. Talocalcaneal joint
16. Flexible flat foot
17. Pronator
18. Choi

مواد و روش‌ها

روش تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی با پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود. جامعه آماری تحقیق حاضر کلیه کودکان دختر ۶ تا ۱۱ سال مبتلا به کف پای صاف مراجعه‌کننده به مراکز توان‌بخشی و فیزیوتراپی منطقه ۸ تهران در نیم‌سال دوم سال ۱۳۹۷ بودند. معیارهای ورودی پژوهش شامل دامنه سنی ۶-۱۱ سال، داشتن کف پای صاف انعطاف‌پذیر، دید طبیعی با عینک یا بدون عینک، عدم مصرف داروهای تأثیرگذار بر عملکرد حسی و حرکتی، نداشتن جراحی در اندام تحتانی در شش ماه گذشته و معیارهای خروجی شامل عدم شرکت در پس‌آزمون، عدم استفاده مسمتر از کفی طبی در دوره آزمایش حسب اظهارات خود فرد یا والدین بودند.

آزمودنی‌ها به‌صورت هدفمند و بر اساس معیارهای ورود و خروج انتخاب شدند. پس از تحقیق و تکمیل فرم رضایت‌نامه و ثبت اطلاعات فردی، آزمودنی‌ها به‌صورت بلوک‌بندی تصادفی^{۲۳} بر اساس رتبه‌ای که در آزمون افت استخوان ناوی^{۲۴} به دست آورده بودند، به دو گروه کنترل و آزمایش (هر گروه ۱۰ نفر) تقسیم شدند و تعادل شرکت‌کنندگان با استفاده از آزمون سازماندهی حسی^{۲۵}، ارتفاع قوس طولی پا با میزان افت استخوان ناوی و نقش کف پا^{۲۶} با شاخص قوس کف پای استاهلی^{۲۷} اندازه‌گیری شد. در ادامه گروه آزمایش به مدت ۱۲ هفته از کفی‌های طبی حمایت‌کننده قوس کف پا (تصویر شماره ۱) که در کلینیک ارتوپدی فنی با قالب‌گیری و توسط یک متخصص ارتز ساخته شده بود در کفش‌های راحتی خود استفاده کردند. جنس این کفی از فوم نیمه سخت بود و جنس روی این کفی‌ها از چرم طبیعی بود. گروه کنترل از کفی استفاده نکردند. پس از ۱۲ هفته مجدداً متغیرهای پژوهش دو گروه اندازه‌گیری شد.

تعادل شرکت‌کنندگان با استفاده از آزمون سازماندهی حسی دستگاه پوسچروگرافی پویای کامپیوتری ارزیابی شد که ارزیابی کاملی از وضعیت تعادلی و سیستم‌های حسی دخیل در آن ارائه می‌دهد (تصویر شماره ۲). پوسچروگرافی پویای کامپیوتری مدل Equiest (دستگاه EQO356) ساخت شرکت آمریکایی NeuroCom که یکی از پیشرفته‌ترین دستگاه‌های ارزیابی‌کننده متغیرهای کینتیکی^{۲۸} است برای دستکاری دستگاه‌های حسی مؤثر در کنترل قامت به کار می‌رود. آزمون سازماندهی حسی، عملکرد هریک از دستگاه‌های حس عمقی، دهلیزی و بینایی را در کنترل قامت مورد ارزیابی قرار می‌دهد. این آزمون دارای ۶ حالت است. طبق پروتکل تعریف شده، هریک از این آزمون‌ها نیز ۳ مرتبه انجام می‌شود و میانگین حاصل از این ۳

مبتلا به کف پای صاف مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق حاکی از بهبود عملکرد گروه آزمایش در آزمون ستاره^{۱۹} بود [۶].

کفی‌های طبی به‌طور گسترده‌ای برای درمان موفقیت‌آمیز بسیاری از صدمات مربوط به کارآیی بیومکانیکی اندام تحتانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. سابقه استفاده از این وسایل به اواخر قرن نوزدهم میلادی می‌رسد به‌طوری که ویتمن^{۲۰} در سال ۱۸۸۹ به عنوان پدر کفی‌های نوین شناخته می‌شود [۲۳] و از آن ایام تا به حال تغییرات شگرفی در ساخت کفی‌های طبی به وجود آمده است. امروزه استفاده از کفی‌ها، میزان موفقیت بالای ۷۵ درصد را در درمان‌های غیر جراحی مشکلات اندام تحتانی مانند التهاب نیام کف پای (فاشیای پلانتار)^{۲۱}، درد قدامی زانو، صافی کف پا و تاندون آشیل دارند. عموماً کفی‌های طبی با هدف شکل‌گیری مجدد ساختارهای استخوانی، تغییر الگوی حرکت اندام تحتانی در راه رفتن و از همه مهم‌تر کاهش علائم مربوط به عوارض اندام تحتانی مورد استفاده قرار می‌گیرند [۲۴].

محققین در بررسی‌های خود نتوانستند به پژوهشی در کودکان دارای کف پای صاف انعطاف‌پذیر دست یابند که اثرات استفاده کوتاه مدت از کفی را بر تغییرات کیفی و کمی تعادل با دستکاری اطلاعات آوران حسی بینایی، دهلیزی و حس عمقی بررسی کرده باشد. یکی از دستگاه‌هایی که با دقت بالا می‌تواند این تغییرات در اطلاعات آوران حسی در ۶ حالت بررسی کند، دستگاه پوسچروگرافی پویای کامپیوتری^{۲۲} است [۲۵]. این دستگاه به‌عنوان یک روش سنجش کنترل قامت، محبوبیت زیادی به دست آورده است. این دستگاه، یک تکنیک ارزیابی منحصر به فرد و بی نظیر است که داده‌ها را به‌صورت کمی فراهم می‌کند و تا حد زیادی بین اختلالات سازگاری مرکزی، حرکتی و حسی تمایز ایجاد می‌کند. استفاده از دستگاه پوسچروگرافی پویای کامپیوتری تنها روش معتبر تشخیصی کنترل تعادل است که سهم هر کدام از ورودی‌های دستگاه دهلیزی، بینایی، حسی پیکری و مکانیزم‌های یکپارچه‌سازی مرکزی و خروجی دستگاه عصبی عضلانی را برای کنترل تعادل و قامتی مشخص می‌سازد. پوسچروگرافی پویای کامپیوتری برای تجزیه و تحلیل مکانیزم‌های نوسان مرتبط با سن، ابزار مناسبی به نظر می‌رسد [۲۶]. با توجه به شیوع بالای کف پای صاف و آنچه گفته شد، مطالعه و تدبیر راهکاری عملی و کم هزینه برای درمان کف پای صاف انعطاف‌پذیر ضروری است. از این‌رو، مطالعه حاضر در صدد پاسخگویی به این سوال است که آیا استفاده کوتاه مدت از کفی‌های حمایت‌کننده قوس کف پا در کودکان ۶ تا ۱۱ سال بر تعادل در حالت‌های مختلف حسی و علائم کف پای صاف انعطاف‌پذیر (ارتفاع قوس طولی داخلی و نقش کف پا) تأثیر دارد.

23. Randomized -Blocs

24. Navicular drop test

25. Sensory organization test

26. footprint

27. Staheli's Plantar Arc Index (SI)

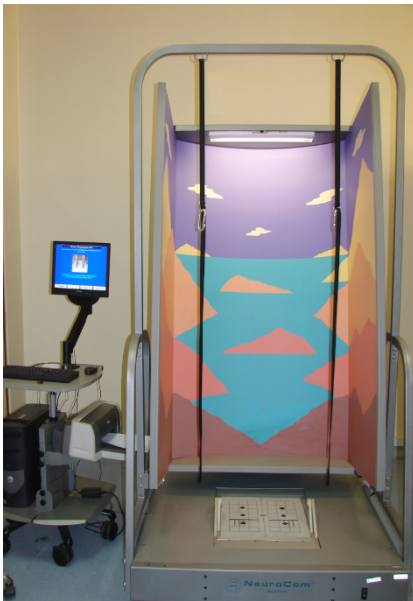
28. Kinetic

19. Star excursion balance test

20. Whitman

21. Plantar fascia

22. Computerized Dynamic Posturography



تصویر ۲. دستگاه پوسچروگرافی پویای کامپیوتری

ارزیابی شد. در این آزمون، شرکت کننده در وضعیت نشسته قرار گرفته و کف پای خود را زمین گذاشته و زانوهای خود را در وضعیت ۹۰ درجه خمیدگی نگه می‌دارد. همچنین مفصل مچ پا در وضعیت طبیعی قرار داده می‌شود. در حالتی که وضعیت طبیعی تحت قابی حفظ شده است، برجسته‌ترین نقطه استخوان ناوی مشخص شده و با خودکار علامت‌گذاری می‌شود. سپس ارزیابی کننده یک کارت شاخص را در قسمت داخلی پا از کف زمین به شکل عمودی قرار می‌دهد که از استخوان ناوی عبور داده می‌شود. سطح روبروی برجسته‌ترین نقطه استخوان ناوی بر روی کارت علامت‌گذاری می‌شود. سپس از فرد خواسته می‌شود که بدون تغییر دادن وضعیت پاها بایستد و وزن خود را به شکل برابر بر روی هر دو پا پخش کند. در حالت ایستاده مجدداً فاصله برجسته‌ترین نقطه استخوان ناوی نسبت به زمین تعیین و بر روی کارت علامت‌گذاری می‌شود و در آخر اختلاف بین ارتفاع استخوان ناوی در وضعیت نشسته و وضعیت ایستاده (تحميل وزن) با یک خط‌کش اندازه‌گیری می‌شود (تصویر شماره ۳) که میزان به‌دست آمده بر حسب میلی‌متر بوده و نشان‌دهنده میزان افتادگی استخوان ناوی می‌باشد. اگر افت استخوان ناوی به میزان ۶-۹ میلی‌متر باشد، در رنج طبیعی است و اگر این میزان بیشتر از ۱۰ میلی‌متر باشد غیر طبیعی و نشان‌دهنده صافی کف پا خواهد بود [۲۸]. ارتفاع برجستگی استخوان ناوی برای رفع خطای اندازه‌گیری ۲ بار ثبت و میانگین لحاظ دو بار اندازه‌گیری در نظر گرفته شد. هر چقدر افت استخوان ناوی کم‌تر باشد، کفی باعث بهبود بیشتر شده است.

نقش کف پا با شاخص قوس کف پای استاهلی^{۲۹} بررسی شد.



تصویر ۱. کفی حمایت کننده قوس‌های پا

کوشش به‌عنوان شاخص کنترل قامت (۰ تا ۱۰۰) مورد استفاده قرار می‌گیرد. هر چقدر امتیاز تعادل بیشتر باشد فرد تعادل بهتری دارد. سکوها نیرو در سه حالت اول ثابت هستند و در سه حالت دیگر در جهت‌های قدامی و خلفی حرکت می‌کنند. افراد با پای برهنه بر روی دستگاه قرار گرفته و هر خرده آزمون که ۲۰ ثانیه طول می‌کشد را با فواصل استراحتی یکسان و دقیق بین سه کوشش تعریف شده بر روی دستگاه انجام دادند.

حالت اول: بینایی طبیعی و سطح اتکا ثابت تمام اطلاعات حسی درگیر در کنترل قامت در دسترس فرد بود.

حالت دوم: حذف بینایی و سطح اتکا ثابت، اطلاعات بینایی در دسترس شرکت کننده نبود.

حالت سوم: مرجع بینایی متحرک و سطح اتکا ثابت، آرایه‌های متغیر بینایی در دسترس فرد بود.

حالت چهارم: بینایی طبیعی و سطح اتکا متحرک تمام اطلاعات حسی درگیر در کنترل قامت در دسترس فرد بود.

حالت پنجم: حذف بینایی و سطح اتکا متحرک اطلاعات بینایی در دسترس شرکت کننده نبود.

حالت ششم: مرجع بینایی متحرک و سطح اتکا متحرک آرایه‌های متغیر بینایی، دهلیزی و حس پیکری در دسترس فرد بود [۲۷].

برای اجرای آزمون سازماندهی حسی شرکت کنندگان بدون پوشیدن کفی و با پای برهنه بر روی صفحه نیرو قرار گرفتند و از آن‌ها خواسته شد که در پاسخ به جابه‌جایی‌های ناگهانی و تغییرات درون داده‌های بینایی تا حد ممکن بر روی صفحات نیروی دستگاه پوسچروگرافی کامپیوتری بی‌حرکت بایستند و برای حفظ ایمنی، شرکت کنندگان جلیقه‌ای که تسمه‌های محافظ دستگاه به آن متصل است را می‌پوشیدند تا از آسیب‌های احتمالی پیشگیری شود.

ارتفاع قوس طولی داخلی پا با آزمون افت استخوان ناوی



طب توانبخش

تصویر ۴. روش اندازه گیری شاخص استاهلی

برای تعیین نرمال بودن توزیع داده‌ها و همگنی واریانس، به ترتیب از آزمون شاپیرو ویلک^{۳۳} و آزمون لئون^{۳۴} استفاده شد. نتایج نشان داد توزیع داده‌ها نرمال بود ($P > 0/05$). اثر متقابل گروه و مرحله در مدل خطی رگرسیون معنادار نبود و فرض همسانی شیب خطوط رگرسیونی نیز تأیید شد. با توجه به برقراری پیش فرض‌های تحلیل کوواریانس برای بررسی اثرات استفاده کوتاه مدت کفی‌های حمایت کننده قوس کف پا بر تعادل کودکان مبتلا به کف پای صاف انعطاف پذیر از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد که نتایج این آزمون در جدول شماره ۳ قابل مشاهده است.

نتایج آزمون تحلیل کوواریانس نشان داد تعادل بین دو گروه در حالت اول ($P = 0/047$)، حالت دوم ($P = 0/010$)، حالت سوم ($P = 0/004$)، حالت چهارم ($P = 0/004$)، حالت پنجم ($P = 0/001$) و حالت ششم ($P = 0/001$) تفاوت معناداری وجود دارد. تعادل گروه آزمایش به طور محسوس افزایش یافته است. در تمامی حالات حسی، مجذور جزئی اتا نیز بیانگر این نکته است که واریانس قابل توجهی از متغیر وابسته توسط اختلاف بین دو گروه (متغیر مستقل) تبیین شده است. همچنین نتایج نشان داد استفاده از کفی طبی منجر به افزایش معنادار ارتفاع قوس طولی پا ($P = 0/001$) و کاهش معنادار شاخص استاهلی نقش کف پا ($P = 0/001$) گردید.

بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد استفاده از کفی‌های حمایت کننده قوس کف پا به صورت کوتاه مدت بر عملکرد تعادل در تمامی حالات حسی اثرات مثبت معناداری دارد. باید به این نکته اشاره کرد که ناهنجاری کف پای صاف منعطف اغلب در اثر ضعف



طب توانبخش

تصویر ۳. روش اندازه گیری افت استخوان ناوی

برای ترسیم نقش کف پا برای محاسبه شاخص قوس کف پای استاهلی قوس‌های کف پای از پودر تالک^{۳۰} استفاده شد [۲۹]. از آزمودنی خواسته شد پای خود را به پودر تالک آغشته کند و بعد از چند ثانیه راه رفتن بدون توجه به مقوایی که از قبل روی زمین تعبیه شده بود، از روی آن رد شود. سپس اثر نقش با استفاده از شاخص استاهلی (با ضریب اعتبار بیش از ۰/۷۵) مورد ارزیابی قرار گرفت. این شاخص با تقسیم کمترین پهنای قسمت وسط به بیشترین پهنای قسمت انتهایی (پاشنه) محاسبه می‌شود (تصویر شماره ۴) و عدد حاصل $SI < 0/44$ به عنوان قوس کف پای زیاد (کف پای گود)، $0/44 \leq SI < 0/89$ به عنوان قوس کف پای طبیعی و $SI > 0/89$ به عنوان قوس کف پای کم (کف پای صاف) در نظر گرفته شد. پس از ۱۲ هفته، پس از آزمون‌های تعادل و نسبت قوس به عمل می‌آمد [۲۹-۳۱]. هر چقدر شاخص استاهلی کم‌تر باشد، کفی باعث بهبود بیشتر شده است.

برای توصیف و طبقه‌بندی ویژگی‌های فردی شرکت کنندگان و متغیرهای تحقیق از شاخص‌های آمار توصیفی از جمله فراوانی، میانگین و انحراف معیار استفاده شد. در قسمت آمار استنباطی برای بررسی تفاوت‌های پیش آزمون و پس آزمون دو گروه از آزمون تحلیل کوواریانس تک متغیره^{۳۱} استفاده شد. برای کلیه عملیات آماری از نسخه ۱۸ نرم افزار SPSS و برای جداول و نمودارهای مربوطه از نسخه ۲۰۱۳ نرم افزار مایکروسافت آفیس^{۳۲} استفاده شد.

یافته‌ها

ویژگی‌های جمعیت‌شناسی شرکت کنندگان دو گروه در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

شاخص‌های توصیفی میانگین و انحراف معیار متغیرهای تعادل در شش حالت، افت استخوان ناوی و شاخص استاهلی در جدول شماره ۲ آورده شده است.

33.Shapiro-wilk
34.Levne test

30. Talc
31. Analysis of Covariance
32. Microsoft Office

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار متغیرهای کنترل شرکت کنندگان گروه آزمایش و کنترل (n=۱۰)

متغیر	گروه	آزمایش	کنترل
		میانگین $\pm$ انحراف معیار	
سن (سال)	۸/۱۱/۱	۸/۲۱/۹	
قد (سانتی متر)	۱۳۰/۸۳/۲	۱۳۱/۳۳/۴	
وزن (کیلوگرم)	۳۲/۳۲/۳	۳۲/۸۱/۶	
شاخص توده بدنی	۱۸/۹۱/۴	۱۹/۰۳/۱/۸	

طبتوانبخش

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار متغیرهای تعادل در شش حالت، افت استخوان ناوی و شاخص استاهلی در مراحل پیش آزمون و پس آزمون

گروه/مرحله				
متغیرها	آزمایش	کنترل		
		میانگین±انحراف معیار		
		پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون
تعادل	حالت اول	۸۴/۶۷±۲/۴	۸۹/۱۷±۴	۸۳/۴۲±۲/۹
	حالت دوم	۸۵/۵۲±۳/۵	۸۹/۵۹±۲/۹	۸۴/۱۵±۳/۶
	حالت سوم	۸۸/۹۳±۲/۵	۹۰/۷۹±۲/۲	۸۶/۴۲±۲
	حالت چهارم	۷۱/۰۸±۲/۶	۷۴/۰۳±۳/۳	۶۸/۹۳±۲/۹
	حالت پنجم	۶۱/۶۹±۳/۳	۶۹/۵۱±۳	۶۱/۵۰±۲/۶
	حالت ششم	۴۷/۲۵±۴/۱	۵۷/۵۵±۲/۳	۴۸/۰۶±۲/۸
ارتفاع قوس طولی داخلی		۰/۳۰۳±۰/۰۱	۰/۲۶۲±۰/۰۶	۰/۲۸۷±۰/۰۱
نقش کف پا		۰/۹۵۲±۰/۰۲	۰/۹۱۱±۰/۰۲	۰/۹۲۳±۰/۰۳
				۰/۹۱۵±۰/۰۳

طبتوانبخش

پای (پلانتاریس)^{۴۳} تشکیل شده است، علاوه بر عبور از مفصل مچ پا، از روی مفصل ساب تالار نیز می گذرد و چون در طرف داخل محور حرکتی این مفصل قرار دارد، باعث چرخش داخلی و ایجاد سوپینیشن^{۴۴} در این مفصل می شود [۱]. استفاده از کفی های طبی، پاها را در وضعیت مناسب قرار می دهند و باعث بهبود تحرک پذیری در راه رفتن روزمره و باز توانی الگوهای حرکتی بیماران می شوند و نتایج مطالعات پیشین بازسازی های سازگاران در فعالیت عضلانی و سیستم های حرکتی را نشان داده اند [۳۴، ۳۳، ۱۵].

صالحی و همکاران با بررسی اثرات لحظه ای کفی بر تعادل پویای افراد مبتلا به صافی کف پا به این نتیجه رسیدند که بلافاصله بعد از استفاده کفی طبی، تعادل پویای این افراد بهبود می یابد. در این تحقیق از آزمون میدانی ستاره برای ارزیابی تعادل استفاده شده

عضلات اینترنسیک^{۳۵} و اکسترنسیک^{۳۶} پا ایجاد می شود [۳۲]. مهم ترین و مؤثرترین عضلات در حفظ قوس طولی داخلی پا، عضلاتی هستند که در قسمت زیرین این قوس قرار دارند که از آن جمله می توان به عضلات خم کننده یا فلیکسور^{۳۷} انگشتان به ویژه عضله خم کننده دراز شست (طولانی ترین عضله عمقی ساق پا) و همچنین، عضلات درشت نثی پیشین و پسین یا عضلات تیبالیس خلفی^{۳۸} و قدامی^{۳۹} اشاره کرد. عضله سه سر ساقی^{۴۰} که از مجموع عضلات دوقلو (گاستروکنمیوس)^{۴۱} و نعلی (سولئوس)^{۴۲} و کف

35. Intrinsic muscles of the back
36. Extrinsic muscles of the back
37. Flexor
38. Tibialis posterior muscle
39. Tibialis anterior muscle
40. Triceps surae muscle
41. Gastrocnemius
42. Soleus

43. Plantaris
44. Supination

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل کواریانس برای مقایسه تعادل در شش حالت، افت استخوان ناوی و شاخص استاهلی در دو گروه

منبع	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجموع مجذورات	F	سطح معناداری	مجموع جزئی آتا
تعادل	گروه	۱	۶۴/۵۲	۴/۵	۰/۰۴۷*	۰/۲۱۲
	خطا	۱۷	۱۴/۱۲			
	گروه	۱	۹۷/۰۳	۸/۵	۰/۰۱۰*	۰/۳۳۴
	خطا	۱۷	۱۱/۳۹			
	گروه	۱	۵۴/۷۴	۱۱/۳	۰/۰۰۳*	۰/۴۰۰
	خطا	۱۷	۴/۸۳			
تعال	گروه	۱	۱۱۳/۳	۱۱/۲	۰/۰۰۴*	۰/۳۹۸
	خطا	۱۷	۱۰/۰۷			
	گروه	۱	۲۶۲/۲	۲۹/۱	۰/۰۰۱*	۰/۶۳۲
	خطا	۱۷	۸/۹۹			
	گروه	۱	۲۲۷/۳	۲۳	۰/۰۰۱*	۰/۵۷۶
	خطا	۱۷	۹/۸۶			
افت استخوان ناوی	گروه	۱	۰/۰۰۵	۱۲۳/۴	۰/۰۰۱*	۰/۸۷۹
	خطا	۱۷	۰/۰۰۱			
نقش کف پا	گروه	۱	۰/۰۰۷	۵/۲۰	۰/۰۳۶*	۰/۲۳۴
	خطا	۱۷	۰/۰۰۱			

* نماد معناداری در سطح ۰/۰۱

طب توانبخش

پا تأثیر گذاشته و نهایتاً نتیجه این افزایش استرس، تغییر در پیام‌های آوران مفصلی و کاهش ثبات وضعیت یا (پاسچر) در این افراد است [۲۱]. کفی با افزایش فعالیت گیرنده‌های جلدی کف پا از طریق افزایش تحریک حس سطح پلاتنار^{۴۷} کف پا منجر به افزایش فعالیت گیرنده‌های جلدی شده و باعث بهبود عملکرد عصبی عضلانی می‌شود و ثبات وضعیت (پاسچر) را افزایش می‌دهد [۲۶]. احتمالاً تأثیر مثبت استفاده از کفی‌های حمایت‌کننده قوس کف پا به‌صورت کوتاه مدت بر عملکرد تعادلی ناشی از تأثیر مثبت استفاده از کفی‌های حمایت‌کننده قوس کف پا بر حواس پیکری، بینایی و وستیبولار^{۴۸} است. سیستم حس پیکری پیش از ۵ سالگی کامل می‌شود و کمتر تحت تأثیر اختلالات روانی و جسمانی قرار می‌گیرد. پردازش بینایی فضایی و یکپارچگی بینایی حرکتی پیش نیازهای حفظ ثبات هستند. نقص‌های حس بینایی آزمون سازماندهی حسی پیش از این برای کودکان مختلف از جمله کف پای صاف گزارش شده است. نتایج مختلف نشان داده است زمانی که کودکان برای حفظ تعادل به اطلاعات سیستم بینایی تکیه می‌کنند، دچار جابه‌جایی بیشتری می‌شوند. مطالعه

است [۶]. ابوترابی و همکاران با بررسی تأثیر فوری کفش ارتوپدی و ارتز عملکردی پا بر جابه‌جایی مرکز فشار و پارامترهای راه رفتن در کف پا صاف قابل انعطاف نوجوانان اعلام کردند که استفاده از کفی طبی در کفش‌های معمولی می‌تواند میزان جابه‌جایی مرکز فشار را کاهش دهد [۳۵]. اما نتایج پژوهش آلمستد^{۴۵} و هرتل^{۴۶} که در مطالعه خود تأثیر کفی طبی بر تعادل افراد با سه نوع کف پای گود، صاف و طبیعی را بررسی کردند، نشان داد کفی طبی نمی‌تواند باعث بهبود تعادل در افراد کف پای صاف شود [۳۶]. یکی از علل احتمالی تفاوت در نتایج مطالعه حاضر با مطالعه آن‌ها، زمان استفاده و پوشیدن کفی می‌باشد، زیرا افراد مورد مطالعه در مطالعه آن‌ها کفی را به مدت دو هفته و هر روز به مدت چهار ساعت از آن استفاده کرده‌اند، اما در مطالعه حاضر اثر بلندمدت‌تر مورد بررسی قرار گرفته است [۷]. تغییرات بیومکانیکی در سطح اتکا و اختلال در اطلاعات آوران هر مفصل یا ساختاری که در طول زنجیره حرکتی اندام تحتانی قرار دارد، می‌تواند بر استراتژی کنترل وضعیت یا (پاسچر) اثر گذارد. کاهش و افزایش فعالیت عضلانی و استرس وارد بر ساختارهای سمت داخل پا، بر ثبات مفاصل

47. Plantar
48. Vestibular

45. Lauren C. Olmsted
46. Jay Hertel

نتیجه گیری

استفاده از کفی طبی در کودکان با کف پای صاف انعطاف پذیر مفید است و می تواند تا حدودی باعث بهبود در عملکرد تعادل در حالت های حسی مختلف و بهبود علایم کف پای صاف (افزایش قوس طولی داخلی پا و نقش کف پا) شود. این نتایج با توجه به استفاده از حداقل تجهیزات برای چنین بهبودی قابل ملاحظه ای بسیار حائز اهمیت است.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

تمام اصول اخلاقی در این مقاله مورد توجه قرار گرفته است. شرکت کنندگان از هدف تحقیق و مراحل اجرای آن آگاه شدند. آن ها از محرمانه بودن اطلاعات خود اطمینان داشتند و هر زمان که مایل بودند می توانستند مطالعه را ترک کنند و در صورت تمایل، نتایج تحقیقات در اختیار آن ها قرار می گرفت.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد مهسا حیدری، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی **دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شرق** است. این تحقیق هیچ کمک مالی از سازمان های تأمین مالی در بخش های عمومی، تجاری یا غیر انتفاعی دریافت نکرد.

مشارکت نویسندگان

گردآوری اطلاعات: مهسا حیدری؛ روش شناسی و نگارش پیش نویس اصلی: مهسا حیدری و سید کاظم موسوی ساداتی؛ مفهوم سازی، بررسی، ویرایش و بررسی: همه نویسندگان.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از تمامی شرکت کنندگان تحقیق و مسئولین محترم دانشگاه و مرکز جامع توانبخشی جمعیت **هلال احمر تهران** که در گردآوری این پژوهش ما را یاری کردند، تشکر و قدردانی می شود.

کولمان^{۴۹} و همکاران و زویکر^{۵۰} و همکاران نشان داد کورتکس پرییتال^{۵۱}، اطلاعات حسی چندگانه مرتبط با کنترل حرکتی را یکپارچه می کند و اختلال عملکرد آن می تواند منجر به افت تعادل شود [۳۷، ۳۸].

نتایج پژوهش نشان داد استفاده کوتاه مدت از کفی های حمایت کننده قوس کف پا بر نقش کف پا و ارتفاع استخوان ناوی تأثیر مثبت دارد. نتایج پژوهش یانگ چویی^{۵۲} و همکاران با بررسی از رادیوگرافیکی ساختار پا نشان داد استفاده طولانی مدت از کفش های حمایت کننده قوس طولی پا قبل از بسته شدن صفحات نمو می تواند تا حدودی کف پای انعطاف پذیر را بهبود بخشد. در این تحقیق زوایای قاپ (تالوس^{۵۳}) با پاشنه (کالکانئوس^{۵۴}) و قاپ با متاتارسال^{۵۵} اول بررسی شده است [۲۰]. عضلات اینورتور^{۵۶} و سوپیناتور^{۵۷} نقش مهمی در حفظ قوس طولی داخلی پا ایفا می کنند. ضعف عضلات کمپارتمان خلفی^{۵۸} که اکثر عضلات اینورتور و سوپیناتور را شامل می شود (به جز عضلات نازک نی بلند و کوتاه)، عضلات خم کننده پا به طرف پایین (پلاتار فلکسور^{۵۹})، همچنین عضلات فلکسور دراز انگشتان پا^{۶۰}، فلکسور دراز شست^{۶۱} و تیبالیس خلفی^{۶۲} که نقش اینورتوری نیز دارند، با توجه به مایل بودن محور حرکتی مفصل ساب تالار، باعث والگوس پاشنه^{۶۳}، افزایش پرونیشن پا و کاهش قوس طولی داخلی پا و بروز ناهنجاری کف پای صاف منعطف می شود [۲۲]. استفاده از کفی حمایت کننده قوس طولی کف پا منجر به سوپینیشن^{۶۴} پا شده و عضلات اینورتور^{۶۵} و اورتور^{۶۶} را در وضعیت مناسب قرار داده و احتمالاً با اصلاح وضعیت طول و تنش در عضلات اینورتور و اورتور پا و تغییر در فعالیت عضلانی سبب سازگاری ثانویه شده و میزان افتادگی استخوان ناوی و نقش کف پا را بهبود می بخشد [۱۵]. از محدودیت های تحقیق حاضر، جنسیت شرکت کنندگان، کم بودن حجم نمونه، عدم استفاده از روش های پیشرفته تشخیص صافی کف پا مانند اسکنر فشار کف پا (فوت اسکنر)^{۶۷} بود. پیشنهاد می شود تحقیقات آینده با توجه به این محدودیت ها انجام شود.

49. Kaulmann
50. Zwicker
51. Parietal cortex
52. Jun Young Choi
53. Talus
54. Calcaneus
55. Metatarsal
56. invertor
57. Supinator
58. Posterior compartment
59. Plantar flexor
60. Flexor digitorum longus muscle
61. Flexor hallucis lingus muscle
62. Tibialis posterior
63. Valgus Hindfoot
64. Supination
65. Invertor
66. evertor
67. Foot Scanner

References

- [1] Han K, Bae K, Levine N, Yang J, Lee JS. Biomechanical effect of foot orthoses on rearfoot motions and joint moment parameters in patients with flexible flatfoot. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*. 2019; 25:5920-8. [DOI:10.12659/MSM.918782] [PMID] [PMCID]
- [2] Menz HB, Morris ME, Lord SR. Foot and ankle characteristics associated with impaired balance and functional ability in older people. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*. 2005; 60(12):1546-52. [DOI:10.1093/gerona/60.12.1546] [PMID]
- [3] Hertel J, Gay MR, Denegar CR. Differences in postural control during single-leg stance among healthy individuals with different foot types. *Journal of Athletic Training*. 2002; 37(2):129-32. [PMID] [PMCID]
- [4] Abbasi F, Bahramizadeh M, Hadadi M. Comparison of the effect of foot orthoses on Star Excursion Balance Test performance in patients with chronic ankle instability. *Prosthetics and Orthotics International*. 2018; 43(1):6-11. [DOI:10.1177/0309364618792718] [PMID]
- [5] Radwan NL, Ibrahim MM, Eid MA, Aly SM. The long-term effect of foot insoles on kinetic gait parameters in female children with flexible flat foot. 2020; 25(2):485-94. [Link]
- [6] Salehi R, Habibian S, Saadat M, Mehravar M. [Immediate effects of insole on dynamic balance in the individuals with flat feet (Persian)]. *Razi Journal of Medical Sciences*. 2016; 23(146):46-53. [Link]
- [7] Clement DB, Taunton JE, Smart GW. Achilles tendinitis and peritendinitis: Etiology and treatment. *The American Journal of Sports Medicine*. 1984; 12(3):179-84. [DOI:10.1177/036354658401200301] [PMID]
- [8] Tiberio D. The effect of excessive subtalar joint pronation on patellofemoral mechanics: A theoretical model. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1987; 9(4):160-5. [DOI:10.2519/jospt.1987.9.4.160] [PMID]
- [9] Moraros J, Hodge W. Orthotic survey. Preliminary results. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 1993; 83(3):139-48. [DOI:10.7547/87507315-83-3-139] [PMID]
- [10] Galli M, Rigoldi C, Mainardi L, Tenore N, Onorati P, Albertini G. Postural control in patients with Down syndrome. *Disability and Rehabilitation*. 2008; 30(17):1274-8. [DOI:10.1080/09638280701610353] [PMID]
- [11] Choi JY, Hong WH, Suh JS, Han JH, Lee DJ, Lee YJ. The long-term structural effect of orthoses for pediatric flexible flat foot: A systematic review. *Foot and Ankle Surgery*. 2020; 26(2):181-8. [DOI:10.1016/j.fas.2019.01.007] [PMID]
- [12] Harris EJ, Vanore JV, Thomas JL, Kravitz SR, Mendelson SA, Mendicino RW, et al. Diagnosis and treatment of pediatric flat-foot. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*. 2004; 43(6):341-73. [DOI:10.1053/j.jfas.2004.09.013] [PMID]
- [13] Mann RA, Thompson FM. Rupture of the posterior tibial tendon causing flat foot. Surgical treatment. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 1985; 67(4):556-61. [PMID]
- [14] McCulloch MU, Brunt D, Vander Linden D. The effect of foot orthotics and gait velocity on lower limb kinematics and temporal events of stance. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1993; 17(1):2-10. [DOI:10.2519/jospt.1993.17.1.2] [PMID]
- [15] Esmaeili H, Anbarian M, Salari Esker F, Hajiloo B, Sanjari MA. [Long-term effects of foot orthoses on leg muscles activity in individuals with pesplanus during walking (Persian)]. *Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences*. 2014; 19(1):88-98. [DOI:10.22102/19.1.88]
- [16] Jane MacKenzie A, Rome K, Evans AM. The efficacy of non-surgical interventions for pediatric flexible flat foot: A critical review. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2012; 32(8):830-4. [DOI:10.1097/BPO.0b013e3182648c95] [PMID]
- [17] Hsieh RL, Peng HL, Lee WC. Short-term effects of customized arch support insoles on symptomatic flexible flatfoot in children: A randomized controlled trial. *Medicine*. 2018; 97(20): e10655. [DOI:10.1097/MD.00000000000010655] [PMID] [PMCID]
- [18] Lee EC, Kim MO, Kim HS, Hong SE. Changes in resting calcaneal stance position angle following insole fitting in children with flexible flatfoot. *Annals of Rehabilitation Medicine*. 2017; 41(2):257-65. [DOI:10.5535/arm.2017.41.2.257] [PMID] [PMCID]
- [19] Chen YC, Lou SZ, Huang CY, Su FC. Effects of foot orthoses on gait patterns of flat feet patients. *Clinical Biomechanics*. 2010; 25(3):265-70. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2009.11.007] [PMID]
- [20] Choi JY, Lee DJ, Kim SJ, Suh JS. Does the long-term use of medial arch support insole induce the radiographic structural changes for pediatric flexible flat foot?—A prospective comparative study. *Foot and Ankle Surgery*. 2020; 26(4):449-56. [DOI:10.1016/j.fas.2019.05.017] [PMID]
- [21] Choi JY, Kim MJ, Suh JS. Structural Effect of Long-Term Use of Medial Arch Support Insole on Children with Pediatric Flexible Flatfoot. *Foot & Ankle Orthopaedics*. 2019;4(4). [DOI:10.1177/2473011419500143]
- [22] Jafarnezhadgero A, Mehr SM, Majlesi M. [Effect of long term use of arch support foot orthoses on walking ground reaction force asymmetry index in children with flexible flat feet: A cohort study (Persian)]. *Journal of Kerman University of Medical Sciences*. 2019; 41(4):25-30. [DOI:10.34172/mj.2019.043]
- [23] Nicolopoulos CS, Scott BW, Giannoudis PV. Biomechanical basis of foot orthotic prescription. *Current Orthopaedics*. 2000;14(6):464-9. [DOI:10.1054/cuor.2000.0150]
- [24] Zifchock RA, Davis I. A comparison of semi-custom and custom foot orthotic devices in high-and low-arched individuals during walking. *Clinical Biomechanics*. 2008; 23(10):1287-93. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2008.07.008] [PMID]
- [25] Mohamadtaghi M, Shamsipour P, Hejazi P. [Effects of manipulating visual, auditory and proprioceptive sensory in formations on the balance in healthy subjects and lower limb amputees (Persian)]. *Journal of Shahrekord University of Medical Sciences*. 2016; 18(5):115-27. [Link]

- [26] Hebert JR, Manago MM. Reliability and validity of the computerized dynamic posturography sensory organization test in people with multiple sclerosis. *International Journal of MS care*. 2017; 19(3):151-7. [DOI:10.7224/1537-2073.2016-027] [PMID] [PMCID]
- [27] Rashidzadeh P, Mousavi Sadati SK. [Cerebellar transcranial direct current stimulation on kinetic variables of postural control and balance of elderly people (Persian)]. *Middle Eastern Journal of Disability Studies*. 2019; 9:119-119. [Link]
- [28] Mathieson I, Upton D, Prior TD. Examining the validity of selected measures of foot type: A preliminary study. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 2004; 94(3):275-81. [DOI:10.7547/0940275] [PMID]
- [29] Staheli LT, Chew DE, Corbett M. The longitudinal arch. A survey of eight hundred and eighty-two feet in normal children and adults. *The Journal of Bone and Joint Surgery American*. 1987; 69(3):426-8. [PMID]
- [30] Rithanya P, Babu KY, Mohanraj KG. Assessment of flat foot by plantar arch index using footprint in aged population. *Drug Invention Today*. 2018; 10(11):2142-5. [Link]
- [31] Menz HB, Munteanu SE. Validity of 3 clinical techniques for the measurement of static foot posture in older people. *Journal of Orthopaedic & Sports physical Therapy*. 2005; 35(8):479-86. [DOI:10.2519/jospt.2005.35.8.479] [PMID]
- [32] Headlee DL, Leonard JL, Hart JM, Ingersoll CD, Hertel J. Fatigue of the plantar intrinsic foot muscles increases navicular drop. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2008; 18(3):420-5. [DOI:10.1016/j.jelekin.2006.11.004] [PMID]
- [33] Kao PC, Ferris DP. Motor adaptation during dorsiflexion-assisted walking with a powered orthosis. *Gait & Posture*. 2009; 29(2):230-6. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2008.08.014] [PMID] [PMCID]
- [34] Ferris DP, Sawicki GS, Domingo A. Powered lower limb orthoses for gait rehabilitation. *Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation*. 2005; 11(2):34-49. [DOI:10.1310/6GL4-UM7X-519H-9JYD] [PMID] [PMCID]
- [35] Aboutorabi A, Saeedi H, Kamali M, Farahmand B, Eshraghi A, Dolagh RS. Immediate effect of orthopedic shoe and functional foot orthosis on center of pressure displacement and gait parameters in juvenile flexible flat foot. *Prosthetics and Orthotics International*. 2014; 38(3):218-23. [DOI:10.1177/0309364613496111] [PMID]
- [36] Olmsted LC, Hertel J. Influence of foot type and orthotics on static and dynamic postural control. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2004; 13(1):54-66. [DOI:10.1123/jsr.13.1.54]
- [37] Kaulmann D, Saveriano M, Lee D, Hermsdörfer J, Johannsen L. Stabilization of body balance with Light Touch following a mechanical perturbation: Adaption of sway and disruption of right posterior parietal cortex by cTBS. *PloS One*. 2020; 15(7):e0233988. [DOI:10.1371/journal.pone.0233988] [PMID] [PMCID]
- [38] Zwicker JG, Missiuna C, Harris SR, Boyd LA. Brain activation associated with motor skill practice in children with developmental coordination disorder: An fMRI study. *International Journal of Developmental Neuroscience*. 2011; 29(2):145-52. [DOI:10.1016/j.ijdevneu.2010.12.002] [PMID]

This Page Intentionally Left Blank