

Research Paper

Instantaneous Effect of Insole on the Balance of Adolescents With Flat Foot and Pes Cavus



Ali Fattahi¹, *Zahra Koreili¹, Mitra Ameli²

1. Department of Sports Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sports Science, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Athletic & Clinical Research Center, Pouyesh Setaregan Salamat, Tehran, Iran.



Citation: Fattahi A, Koreili Z, Ameli M. [Instantaneous Effect of Insole on the Balance of Adolescents With Flat Foot and Pes Cavus (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2020; 6(1):44-53. <https://doi.org/10.32598/biomechanics.6.1.6>

<https://doi.org/10.32598/biomechanics.6.1.6>



Article Info:

Received: 13 Mar 2020

Accepted: 10 May 2020

Available Online: 01 Jun 2020

Keywords:

Insole, Balance, Flat foot, Pes cavus, Adolescents

ABSTRACT

Objective The purpose of this study was to examine the instantaneous effect of insole on the balance of adolescents with flat foot and Pes Cavus.

Methods In this quasi-experimental study, 34 adolescents with flat foot and Pes Cavus (17 girls and 17 boys) in the age range of 11 to 14 years in Tehran were randomly selected and their balance performance in static and dynamic positions was examined before and after instantaneous using of insole. Data were analyzed using paired t-test and independent t-test.

Results Paired t-test results showed that the instantaneous effect of insole on dynamic balance is significant ($P=0.00$), but it had no significant effect on static balance ($P=0.07$). The results of independent t-test showed no significant difference between the two groups in terms of dynamic balance ($P=0.99$) and static balance ($P=0.52$) in Pre-test phase. There was no significant difference between the two groups in dynamic balance ($P=0.25$) and static balance ($P=0.72$) in Post-test phase, either.

Conclusion Using medical insole can improve the dynamic balance in adolescents with Pes Cavus and flat foot, but has no effect on their static balance.

Extended Abstract

1. Introduction

Maintaining balance is one of the most basic neuromuscular functions in the most of simple and complex activities. Plantar arches play an important role in regulating and distributing plantar pressure. In the healthy people, the presence of longitudinal and transverse plantar arches, support of bone structures and soft tissue stabilizes the subtalar and midtarsal joints. Having stability in these joints during dynamic activi-

ties such as walking provides the necessary force to move forward and transfer that force to the foot. Prefabricated insoles increase balance and reduce extra lateral movements by creating more contact surface and more appropriate pressure distribution over the sole of the foot. The presence of musculoskeletal abnormalities such as flat feet and Pes Cavus and structural features of the foot affect the balance of people. Decreased balance leads to decreased performance and provides the basis for injury, especially in the ankle.

Many studies have been done on static and dynamic balance in people with plantar abnormalities, but little research has been done on the effect of medical insoles on the bal-

* Corresponding Author:

Zahra Koreili

Address: Department of Sports Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sports Science, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Tel: +98 (912) 5846472

E-mail: zahrakoreili@yahoo.com

Table 1. Paired t-test results of comparing the instantaneous effect of medical insole on the balance of participants in two groups

| Group | Variable | Mean±SD | | Mean Difference | t | P |
|----------------|----------------------|-------------|------------|-----------------|-------|------|
| | | Pre-test | Post-test | | | |
| With Pes Cavus | Dynamic balance (12) | 65.08±9.93 | 83.91±8.43 | -18.83 | -7.83 | 0.00 |
| | Static balance (12) | 18.58±3.42 | 19.75±3.93 | -1.16 | -0.82 | 0.42 |
| With flat feet | Dynamic balance (22) | 65.04±12.40 | 87.31±7.97 | -22.27 | -6.37 | 0.00 |
| | Static balance (22) | 17.77±3.61 | 19.27±3.64 | -1.50 | -1.69 | 0.10 |

Journal of
Sport Biomechanics

ance of children and adolescents. Since the most daily activities require balance and many injuries occur in static and dynamic positions, the aim of the present study was to evaluate the instantaneous effect of insole on the balance of adolescents with flat foot and Pes Cavus.

2. Methods

This is a descriptive quasi-experimental study conducted on 34 adolescents aged 11-14 years old in Tehran (17 girls and 17 boys; who were randomly selected. A wall mounted stadiometer (model 26 SM) was used to measure the height and a digital scale (BS101) was used to measure the weight in subjects. For assessing their soles, the type of abnormality was determined first by observational method and then by using a foot scanner (3D BodyView, USA). The validity of this device has been calculated by the manufacturer ($r=0.64$). Its intrapersonal and interpersonal reliabilities using intra-class correlation coefficient were obtained 0.62 and 0.91, respectively. Sharpened Romberg test was used to measure static balance of participants, and ENC device (Danesh Salar Iranian Co., Iran) was used to measure their dynamic balance.

This device has two parts; a special part for standing and the other part to display information related to the balance. The movement of the person on the screen is in the medial-lateral direction and according to the visual stimulus. This device has biofeedback and the amplitude of postural stability can be adjusted. It can also be used to measure the balance coordination of body organs. It has a measurement accuracy of one degree with a dimension of 105 x 82 cm and the ability to display the percentage of postural balance. The validity of the device has been calculated by the manufacturer using Pearson correlation coefficient between the score of this device and that of Lafayette Manual Muscle Tester ($r=0.88$). Its intrapersonal and interpersonal reliabilities using intra-class correlation coefficient were obtained 0.93 and 0.91, respectively.

Kolmogorov-Smirnov test was used to evaluate the normality of data distribution. Descriptive statistics (Mean±SD) were used to describe variables, paired t-test to investigate the instantaneous effect of the insole, and independent t-test to compare the two groups of flat foot and Pes Cavus at a significance level of 0.05.

3. Results

The mean demographic indicators of the subjects were as follows: the Mean±SD age=12.23±1.18 years, the Mean±SD height= 153.47±10.04 cm, the Mean±SD weight=42.47±6.23 kg, the Mean±SD of stability index=93.29±47.39 degrees, the Mean±SD of right leg length=24.19±0.49 cm, and the Mean±SD of left leg length=24.28±0.46 cm.

The mean of dynamic test score and Sharpened Romberg test score in the post-test phase were higher than those in the pre-test phase. The results of paired t-test showed the significant instantaneous effect of the insole under dynamic balance test ($P=0.00$), but no significant difference was observed under Sharpened Romberg test ($P=0.07$). The results of paired t-test for instantaneous effect of insole on the two study groups showed that the use of insoles improved the dynamic balance of subjects with Pes Cavus ($P=0.00$), but had no significant effect on their static balance ($P=0.42$). Using the insoles also improved the dynamic balance of subjects with flat foot ($P=0.00$), but had no significant effect on their static balance ($P=0.10$) (Table 1).

The results of independent t-test to compare the two groups of flat foot and Pes Cavus, showed no significant difference between the two groups in terms of dynamic balance ($P=0.99$) and static balance ($P=0.52$) in Pre-test phase. There was no significant difference between the two groups in dynamic balance ($P=0.25$) and static balance ($P=0.72$) in Post-test phase, either. These results indicate that adolescent girls and boys with flat foot and Pes Cavus had poorer

dynamic balance before using the insoles. Moreover, the instantaneous effect of medical insole on the dynamic balance of adolescents with flat feet was slightly greater than that of those with Pes Cavus, but medical insole had no significant effect on their static balance.

4. Conclusion

The arches of the sole are very influential on the distribution of force and pressure because the weight of the body is distributed by the talus to the front and back of the foot and then transferred to the ground. Deformity in the foot area for any reason causes numerous problems in people's daily living activities such as walking, running, standing, and also in the anatomical structure and arches of the soles and affect the balance of people. Medical insoles can systematically reduce pressure over the foot and help posture stabilization by maintaining the arch of the sole and increasing the plantar surface.

The results of the present study showed that adolescent girls and boys with flat foot and Pes Cavus had poorer dynamic balance before using the insoles. Moreover, the instantaneous effect of medical insole on the dynamic balance of adolescents with flat feet was slightly greater than that of those with Pes Cavus, but medical insole had no significant effect on their static balance. Therefore, it is recommended that people with plantar abnormalities use the mechanical effects of the medical insoles to correct their abnormalities, improve mechanical performance and prevent possible injuries.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles are considered in this article.

Funding

This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

Authors' contributions

All authors contributed in preparing this article.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgements

The authors would like to express their appreciation of all of Athletic & Clinical Center, Pouyesh Setaregan Salamt, Tehran, Iran.

تأثیر آنی کفی بر عملکرد تعادلی نوجوانان با عارضه کف پای صاف و گود

علی فتاحی^۱، *زهرا کرلی^۱، میترا عاملی^۲

۱. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی و تربیت‌بدنی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲. کلینیک ورزشی تحقیقاتی، پویش ستارگان سلامت گستر، تهران، ایران.

حکیده

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۲۳ اسفند ۱۳۹۸

تاریخ پذیرش: ۲۱ اردیبهشت ۱۳۹۹

تاریخ انتشار: ۱۲ خرداد ۱۳۹۹

هدف مطالعه حاضر بررسی تأثیر آنی کفی بر عملکرد تعادلی نوجوانان با عارضه کف پای صاف و گود بود.**روش‌ها** در این پژوهش نیمه تجربی، ۳۴ نوجوان با عارضه کف پای صاف و گود (هفته دختر و هفته پسر) در محدوده سنی یازده تا چهارده سال در شهر تهران به صورت تصادفی انتخاب شدند و عملکرد تعادلی آن‌ها در وضعیت‌های ایستا و پویا قبل و بعد از استفاده آنی از کفی مورد بررسی قرار گرفت. داده‌ها با استفاده از آزمون‌های تی زوجی و تی مستقل تحلیل شدند.**یافته‌ها** نتایج آزمون تی زوجی نشان داد که تأثیر لحظه‌ای کفی روی تعادل دینامیک معنی‌دار است ($P=0/001$)، اما تأثیر معنی‌داری بر تعادل ایستا ندارد ($P=0/07$). نتایج آزمون تی مستقل از نظر تعادل دینامیک ($P=0/99$) و تعادل ایستا ($P=0/52$) در مرحله پیش‌آزمون تفاوت معنی‌داری بین دو گروه نشان نداد. بین دو گروه از نظر تعادل دینامیک ($P=0/25$) و تعادل ایستا ($P=0/72$) در مرحله پس‌آزمون تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.**نتیجه‌گیری** نوجوانان دختر و پسر مبتلا به عارضه کف پای صاف و گود از تعادل دینامیک بهتری بعد از استفاده از کفی برخوردار هستند، اما کفی طبی تأثیر چندانی بر تعادل ایستای آن‌ها ندارد.

کلیدواژه‌ها:

کفی، تعادل، کف پای صاف، کف پای گود، نوجوانان

مقدمه

حفظ تعادل یکی از اساسی‌ترین عملکردهای عصبی-عضلانی در انجام اکثر فعالیت‌های ساده و پیچیده است [۱]. مچ پا ساختاری در انتهای زنجیره حرکتی اندام تحتانی است که هرگونه تغییرات بیومکانیکی در بخش‌های عملکردی^۱، ساختاری^۲ و سطح اتکا^۳ می‌تواند بر استراژی‌های کنترل پاسچر^۴ افراد اثر بگذارد [۲].

قوس‌های کف پای نقش بسزایی در تعدیل و توزیع فشار کف پای، جلوگیری از اختلالات تعادلی، کاهش خستگی و بهینه‌سازی مصرف انرژی در هنگام فعالیت‌های انسان دارند [۳]. کاهش تجانس مفاصل میدتارسال^۵ و ساب تالار^۶ سبب افزایش

فعالیت عضلانی و استرس وارد بر ساختارهای سمت داخل پا، برای نگهداری ثبات مفاصل شده و نهایتاً نتیجه این افزایش استرس، تغییر در پیام‌های آوران مفصلی و کاهش ثبات پاسچر در این افراد است. از جمله عارضه‌های پا، کف پای صاف می‌باشد که قوس طولی - داخلی پا حین تحمل وزن صاف می‌شود و با تغییر سطح اتکا، جابه‌جایی مرکز ثقل^۷ و مرکز فشار^۸ و بالاخره اثرگذاری بر عوامل موثر در کنترل پاسچر، می‌تواند بر تعادل افراد اثرگذار باشد؛ علاوه بر آن اختلال در نحوه توزیع مؤلفه عمودی نیروی عکس‌العمل زمین و به دنبال آن تغییر نیروی عضلات فعال در حین فعالیت، به عنوان علل ایجاد خستگی در عضلات پا و احساس درد در افراد مبتلا به عارضه کف پای صاف می‌شود؛ البته موضوع فوق از اتفاق نظر یکسانی برخوردار نیست [۴].

کف پای انسان با سطح اندک خود، نقش مهمی در حفظ تعادل بدن ایفا می‌کند و قوس‌های موجود در کف پا، تکانه‌ها و نیروهای وارده از زمین را جذب و تعدیل می‌کنند [۵]. بر اساس تئوری

1. Functional
2. Structural
3. Base of spurt
4. Pasture
5. Mid tarsal joint
6. Subtalar Joint

7. Center of Gravity (COG)

8. Center of Pressure (COP)

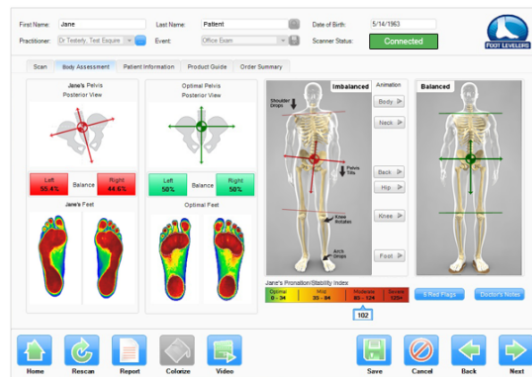
* نویسنده مسئول:

زهرا کرلی

نشانی: تهران، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی.

تلفن: ۵۸۴۶۴۷۲ (۹۱۲) ۹۸+

پست الکترونیکی: zahra.koreili@yahoo.com



مجله بیومکانیک ورزشی

تصویر ۱. فوت اسکنر 3D BODU VIEW و خروجی دستگاه

اندکی در مورد تأثیر کفی طبی به عنوان پارامتر اصلی بر عملکرد تعادلی کودکان و نوجوان صورت گرفته است. از آنجایی که اکثر فعالیت‌های روزمره به تعادل نیاز دارند و بسیاری از آسیب‌ها در موقعیت‌های ایستا و پویا رخ می‌دهند، هدف مطالعه حاضر بررسی تأثیر آنی کفی بر عملکرد تعادلی نوجوانان با عارضه کف پای صاف و گود بود.

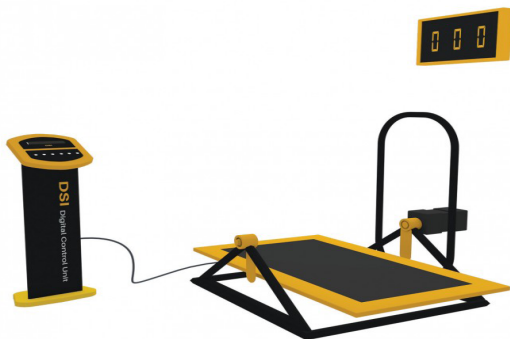
روش‌شناسی

تحقیق حاضر از نوع توصیفی، نیمه‌تجربی و کاربردی است که در سال ۱۳۹۹ انجام شد. نمونه آماری این تحقیق را ۳۴ نوجوان با عارضه کف پای صاف و گود (هفده دختر و هفده پسر) در محدوده سنی یازده تا چهارده سال در شهر تهران تشکیل دادند که به صورت تصادفی انتخاب شدند. افرادی که دارای بیماری‌های گوش داخلی، مشکلات تأثیرگذار بر تعادل در سیستم عصبی، اختلال سیستم دهلیزی یا عیوب غیرقابل اصلاح انکساری، سابقه آسیب، شکستگی یا جراحی اندام تحتانی، دامنه حرکتی غیرطبیعی مفاصل اندام تحتانی و مشکلات ارتوپدی جدی بودند، از طریق پرسش‌نامه سلامت پزشکی از تحقیق خارج شدند. همچنین گروه‌ها تا حد ممکن از نظر ناهنجاری‌های اسکلتی - عضلانی و مشخصات آنتروپومتریک تقریباً همسان‌سازی شدند. تمامی آزمودنی‌ها در زمان انجام تحقیق، سالم بوده و مبتلا به هیچ بیماری خاصی نبودند.

جاندا (۲۰۰۴) عملکرد زنجیره‌های بدن، ممکن است با عوارض پاتومکانیکی و فیزیولوژیکی متفاوتی روبه‌رو شود. در افراد سالم وجود قوس‌های طولی و عرضی، حمایت ساختارهای استخوانی و بافت نرم باعث ثبات در مفصل ساب تالار و میدتارسال می‌شود. وجود ناهنجاری‌های اسکلتی - عضلانی از قبیل کف پای صاف^۹، گود^{۱۰} و ویژگی‌های ساختاری پا بر تعادل افراد تأثیرگذار است، کاهش تعادل^{۱۱} منجر به افت عملکرد می‌شود و زمینه آسیب به‌ویژه در میچ پا^{۱۲} را فراهم می‌کند [۶].

از آنجا که پا در زنجیره حرکتی بسته‌ای قرار داد، بازخورد حرکات مفاصل لگن^{۱۳}، ران^{۱۴} و زانو^{۱۵} بر عملکرد میچ پا تأثیر گذاشته است و تغییرات بیومکانیکی حتی کوچک در محدوده سطح اتکا، ناهنجاری‌های آناتومیکی از قبیل کف پای صاف، گود و ویژگی‌های ساختاری پا می‌تواند بر تعادل افراد تأثیر بگذارد [۷]. ارزیابی تعادل پویا^{۱۶} در مقایسه با روش ایستا^{۱۷} می‌تواند استراتژی دقیق‌تری را جهت کنترل بدن در محدوده سطح اتکا مشخص و نقش سیستم‌های درگیر در حفظ تعادل بدن را به طور مجزا تعیین کند [۸].

مرور تحقیقات گذشته نشان‌دهنده ارزیابی و بررسی ناهنجاری‌های کف پا با استفاده از روش‌های مشاهده‌ای و قدیمی است و به دلیل خطای اندازه‌گیری زیاد، از دقت و روایی بالایی برخوردار نخواهد بود. استفاده از روش‌های اندازه‌گیری نوین و کمی‌سازی قوس کف پا، بررسی دقیق‌تری از این موضوع را میسر می‌سازد. مطالعات زیادی در مورد تعادل ایستا و پویای افراد مبتلا به عارضه‌های کف پا انجام شده است، ولی تحقیقات



مجله بیومکانیک ورزشی

تصویر ۲. دستگاه تعادل پویا CNE (فرمول امتیاز - زمان حفظ تعادل تقسیم بر کل زمان آزمون)

9. Flat foot
10. Pes cavus
11. Balance
12. Ankle joint
13. Hip
14. Femur
15. Knee
16. Dynamic balance
17. Static balance

نتایج

میانگین شاخص‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها برای سن $12/23 \pm 1/18$ سال، قد $153/47 \pm 10/04$ سانتی‌متر، وزن $42/6 \pm 47/23$ کیلوگرم، شاخص پایداری $93/29 \pm 47/39$ درجه، طول پای راست $24/19 \pm 0/49$ سانتی‌متر و طول پای چپ $24/28 \pm 0/46$ سانتی‌متر بود.

یافته‌های توصیفی نشان می‌دهد که میانگین آزمون دینامیک در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون مقدار عددی بالاتری بود. این رابطه در آزمون رومبرگ نیز دیده شد. نتایج آزمون تی زوجی نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار لحظه‌ای کفی آزمون دینامیک بود ($P=0/000$) اما نتایج در آزمون رومبرگ اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P=0/07$) (جدول شماره ۱).

نتایج آزمون تی زوجی به منظور تأثیر آنی کفی بر دو گروه کف پای صاف و گود نشان داد، که کفی سبب بهبود معنی‌دار عملکرد آزمودنی‌های کف پای گود در آزمون دینامیک می‌شود ($P=0/000$)، اما در آزمون رومبرگ اختلاف معنی‌داری دیده نشد ($P=0/42$). نتایج در گروه کف پای صاف نیز اثر معنی‌داری را در آزمون دینامیک ($P=0/000$) و عدم معنی‌داری را در آزمون رومبرگ نشان داد ($P=0/10$) (جدول شماره ۲).

نتایج آزمون تی مستقل نیز به منظور مقایسه دو گروه کف پای صاف و گود نیز نشان داد در پیش‌آزمون اختلاف معنی‌داری بین دو گروه در عملکرد دینامیک ($P=0/99$) و رومبرگ ($P=0/52$) وجود ندارد. نتایج در پس‌آزمون نیز نشان داد در عملکرد آزمودنی‌ها در آزمون دینامیک ($P=0/25$) و رومبرگ ($P=0/72$) اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول شماره ۳).

بحث

هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر لحظه‌ای کفی بر روی عملکرد تعادلی نوجوانان با عارضه کف پای صاف و گود بود. بر اساس نتایج به دست آمده بین میانگین پس‌آزمون و پیش‌آزمون تعادل دینامیک و ایستا تفاوت دیده شد. اما در بررسی تأثیر لحظه‌ای کفی فقط در تعادل دینامیک اختلاف معنی‌دار بود. بدین معنی که کفی‌های طبی موجب بهبود عملکرد تعادل دینامیک در نوجوان دچار عارضه کف پای صاف و گود می‌شود و تأثیر چندانی بر روی تعادل ایستا آن‌ها ندارد.

پا دیستال‌ترین جزء اندام تحتانی است که قاعده‌ای نسبتاً کوچک برای ثبات بدن ایجاد می‌کند. کفی طبی از طریق نگهداری قوس کف پا و افزایش سطح پلانتر، می‌تواند به طور سیستماتیک فشارهای عبوری از کف پا را کاهش داده و همزمان تحریک لمسی پا را افزایش دهد و به ثبات پاسچر کمک می‌کند [۹]. در تأیید اثرات فیدبکی حسی عمقی بر پاسچر، وان جفن و

برای اندازه‌گیری قد از قدسنج دیواری مثلثی (26 SM) و برای اندازه‌گیری وزن از ترازوی دیجیتالی (BS 101) استفاده شد. برای ارزیابی کف پای افراد، در ابتدا از روش مشاهده‌ای و سپس با استفاده از فوت اسکنر 3BODY VIEW ساخت ایالات متحده، نوع عارضه و INDEX آزمودنی‌ها مشخص شد (تصویر شماره ۱). روایی این دستگاه توسط شرکت سازنده ($r=0/64$) محاسبه گردید و پایایی درون فردی و بین فردی به روش همبستگی درون طبقه‌ای به ترتیب $0/62$ و $0/91$ به دست آمد. برای اندازه‌گیری تعادل ایستا از آزمون شارپند رومبرگ^{۱۸} استفاده شد.

آزمودنی‌ها در ابتدا با پای برهنه طوری قرار می‌گرفتند که هر دو پایشان در یک خط قرار گیرد و سپس بدن را در حالت نامتعادل به سمت جلو رها می‌کردند و پای که زودتر به سمت جلو جهت پیشگیری از زمین خوردن و برقراری تعادل جلو می‌افتاد، به عنوان پای برتر مدنظر قرار می‌گرفت. سپس جهت انجام آزمون، پای برتر جلوتر از پای دیگر و بازوها به صورت ضربدری روی سینه قرار می‌گرفت. در ابتدا بدون کفی و سپس با قرار گرفتن کفی متناسب با نوع عارضه (کفی پای صاف یا گود) این آزمون بر روی افراد انجام می‌شد. مدت‌زمانی که هر آزمودنی قادر بود این حالت را حفظ کند با کورنومتر ثبت و به عنوان رکورد فرد محسوب شد. برای اندازه‌گیری تعادل دینامیک از دستگاه ENC ساخت دانش‌سالار ایرانیان استفاده شد (تصویر شماره ۲).

این دستگاه دارای دو بخش سخت‌افزاری (یک بخش ویژه ایستادن فرد و بخش دیگر برای نمایش اطلاعات مربوط به حفظ تعادل فرد) است. جابه‌جایی فرد در صفحه در راستای جانبی (مدیال - لترال) و با توجه به محرک دیداری است. همچنین این دستگاه دارای بیوفیدبک و تنظیم دامنه پایداری تعادل است و جهت اندازه‌گیری هماهنگی تعادلی اندام‌های بدن نیز استفاده می‌شود. دقت اندازه‌گیری دستگاه Dynamic Balance، یک درجه و در ابعاد 105 در 82 سانتی‌متر با قابلیت نمایش درصد تعادل بدن است. روایی دستگاه نیز توسط شرکت سازنده و با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون بین امتیازات کسب شده این دستگاه با تعادل سنج Lafayette ($r=0/88$) محاسبه شد، همچنین پایایی درون فردی و بین فردی به روش همبستگی درون طبقه‌ای به ترتیب معادل $0/93$ و $0/91$ به دست آمد. آزمودنی تست تعادل دینامیک را بدون کفی و با کفی طبی انجام داده و اطلاعات آن توسط دستگاه ثبت شد.

به منظور بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف استفاده شد. در آمار توصیفی به بررسی میانگین و انحراف استاندارد و در آمار استنباطی برای مقایسه دو گروه کف پای صاف و گود از آزمون تی زوجی به منظور بررسی تأثیر آنی کفی بر دو گروه کف پای صاف و گود و همچنین از آزمون تی مستقل برای مقایسه دو گروه کف پای صاف و گود در سطح معنی‌داری $0/05$ استفاده شد.

18. Sharpened-Romberg Test

جدول ۱. نتایج آزمون تی زوجی به منظور بررسی اثر آنی کفی بر عملکرد تعادلی آزمودنی‌ها

| شاخص | میانگین \pm انحراف استاندارد | | اختلاف میانگین | t | سطح معنی داری |
|---------|--------------------------------|------------------|----------------|--------|---------------|
| | پیش آزمون | پس آزمون | | | |
| دینامیک | ۶۴/۴۲ \pm ۱/۹۱ | ۸۶/۸۱ \pm ۱/۲۵ | -۲۲/۳۹ | -۱۰/۸۴ | ۰/۰۰ |
| رومبرگ | ۱۸/۰۵ \pm ۰/۶۰ | ۱۹/۴۴ \pm ۰/۶۳ | -۱/۳۸ | -۱/۸۵ | ۰/۰۷ |

مجله بیومکانیک ورزشی

جدول ۲. نتایج آزمون تی زوجی به منظور بررسی اثر آنی کفی بر عملکرد تعادلی آزمودنی‌ها در دو گروه کف پای گود و صاف

| گروه | شاخص | میانگین \pm انحراف استاندارد | | اختلاف میانگین | t | سطح معنی داری |
|------------|--------------|--------------------------------|------------------|----------------|-------|---------------|
| | | پیش آزمون | پس آزمون | | | |
| کف پای گود | دینامیک (۱۲) | ۶۵/۰۸ \pm ۹/۹۳ | ۸۳/۹۱ \pm ۸/۴۳ | -۱۸/۸۳ | -۷/۸۳ | ۰/۰۰ |
| | رومبرگ (۱۲) | ۱۸/۵۸ \pm ۳/۴۲ | ۱۹/۷۵ \pm ۳/۹۳ | -۱/۱۶ | -۰/۸۲ | ۰/۴۲ |
| کف پای صاف | دینامیک (۲۲) | ۶۵/۰۴ \pm ۱۲/۴۰ | ۸۷/۳۱ \pm ۷/۹۷ | -۲۲/۲۷ | -۶/۲۷ | ۰/۰۰ |
| | رومبرگ (۲۲) | ۱۷/۷۷ \pm ۳/۶۱ | ۱۹/۲۷ \pm ۳/۶۴ | -۱/۵۰ | -۱/۶۹ | ۰/۱۰ |

مجله بیومکانیک ورزشی

در جهت تطابق با محیط خارجی کمک کند و استرس‌های وارد را توزیع و به این ترتیب احتمال آسیب را کاهش دهد [۱۲].

نتایج پژوهش حاضر با تحقیق گریبل و همکاران که اظهار داشتند کفی سبب افزایش میزان فاصله دستیابی در تمام جهت‌ها به جز جهت خارجی شد، هم‌خوانی دارد [۱۳]. اما با نتایج مطالعه اولستد و همکاران که تأثیر کفی بر تعادل افراد با سه نوع کف پای گود، صاف و طبیعی را بررسی کرده و تفاوت معنی‌داری را با استفاده از کفی گزارش نکردند، هم‌خوانی ندارد که شاید دلیل این تفاوت در مطالعه دامنه سنی، زمان استفاده و پوشیدن کفی باشد؛

همکاران بیان کردند که نقص در داده‌های حسی پیکری ناشی از نروپاتی دیابتی منجر به کاهش واضح توانایی ایستادن می‌شود و بر روی حفظ و ثبات پاسچر تأثیرگذار است [۱۰].

ماتاکولا^{۱۹} و همکاران پس از تحقیقی پیشنهاد کردند که کفی طبی می‌تواند تعادل ایستا را در افراد بد راستا تغییر دهد که با نتایج پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد [۱۱]. اختلال در ساختار و راستای پا، موجب اعمال نامناسب استرس در زنجیره حرکتی اندام تحتانی می‌شود، به نظر می‌رسد کفی طبی بتواند به پاهای بد راستا

19. Matalola

جدول ۳. نتایج آزمون تی مستقل به منظور مقایسه عملکرد آزمودنی‌ها در دو گروه کف پای گود و صاف

| مرحله | شاخص | گروه | میانگین \pm انحراف استاندارد | اختلاف میانگین | F | t | سطح معنی داری |
|-----------|---------|------------|--------------------------------|----------------|------|-------|---------------|
| پیش آزمون | دینامیک | کف پای گود | ۶۵/۰۸ \pm ۹/۹۳ | ۰/۰۳ | ۱/۰۱ | ۰/۰۰ | ۰/۹۹ |
| | | کف پای صاف | ۶۵/۰۴ \pm ۱۲/۴۰ | | | | |
| | رومبرگ | کف پای گود | ۱۸/۵۸ \pm ۳/۴۲ | ۰/۸۱ | ۰/۰۰ | ۰/۶۳ | ۰/۵۲ |
| | | کف پای صاف | ۱۷/۷۷ \pm ۳/۶۱ | | | | |
| پس آزمون | دینامیک | کف پای گود | ۸۳/۹۱ \pm ۸/۴۳ | -۳/۴۰ | ۰/۰۰ | -۱/۱۶ | ۰/۲۵ |
| | | کف پای صاف | ۸۷/۳۱ \pm ۷/۹۷ | | | | |
| | رومبرگ | کف پای گود | ۱۹/۷۵ \pm ۳/۹۳ | ۰/۴۷ | ۰/۰۵ | ۰/۳۵ | ۰/۷۲ |
| | | کف پای صاف | ۱۹/۲۷ \pm ۳/۶۴ | | | | |

مجله بیومکانیک ورزشی

کودکان با کف پای صاف و طبیعی پرداختند و بیان کردند تعادل پویا و نیمه پویا در بعضی جهات در بین کودکان با کف پای صاف و طبیعی متفاوت است که با نتایج تحقیق حاضر و همچنین تحقیق روم و براون که تأثیر چهار هفته استفاده از اورتز را روی تعادل افراد دارای کف پای صاف انجام دادند، هم خوانی دارد؛ زیرا آن‌ها تفاوت قابل توجهی در راستای تعادل داخلی خارجی آزمودنی‌ها پس از چهار هفته استفاده از اورتز مشاهده کردند [۲۳].

نکته قابل توجه این است که در بررسی ادبیات نوع ساختار پا و استفاده از کفی‌های متناسب با عارضه‌های یادشده، متغیر مساحت کف پای به عنوان عامل تأثیرگذار در تعادل، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین به منظور بررسی دقیق‌تر تأثیر کفی بر روی ساختار آناتومیکی پا جهت حفظ تعادل بدن، نیاز به ارزیابی مساحت کف پا در سطح اتکا و بررسی عملکرد عضلات قبل و حین استفاده از کفی، ضروری به نظر می‌رسد.

نتیجه‌گیری نهایی

قوس‌های کف پای بر روی توزیع نیرو و فشار کف پای بسیار تأثیرگذار هستند، زیرا وزن بدن از طریق قاپ^{۲۰} به قسمت جلو^{۲۱} و پاشنه^{۲۲} پا تقسیم و سپس به زمین انتقال می‌یابد. دفورمیتی در قوس‌های کف پا به هر دلیلی موجب مشکلات بی‌شماری در فعالیت‌های روزانه افراد می‌شود و بر عملکرد تعادلی آنها نیز تأثیر می‌گذارد. کفی طبی از طریق نگهداری قوس کف پا و افزایش سطح پلاتنار، می‌تواند به طور سیستماتیک فشارهای عبوری از کف پا را کاهش داده و به ثبات پاسچر کمک کند. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که نوجوانان دختر و پسر مبتلا به عارضه کف پای صاف و گود از تعادل پویای کمتری قبل از استفاده از کفی برخوردار هستند و تأثیر کفی طبی روی نوجوان مبتلا به عارضه کف پای گود نسبت به صاف و همچنین بر عملکرد تعادلی پویا نسبت به ایستا محسوس‌تر است، اما کفی طبی تأثیر چندانی بر تعادل ایستای آن‌ها ندارد. بنابراین توصیه می‌شود افراد مبتلا به عارضه‌های کف پا از تأثیرات مکانیکی کفی جهت اصلاح ناهنجاری‌ها، بهبود عملکرد مکانیکی و پیشگیری از آسیب‌های احتمالی استفاده کنند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

تمامی مراحل پژوهش با رعایت اصول اخلاقی و با اخذ

20. Talus

21. Meta tarsal

22. Calcaneuse

زیرا افراد مورد مطالعه در تحقیق عنوان شده کفی را به مدت دو هفته و هر روز به مدت چهار ساعت استفاده کردند، ولی در مطالعه حاضر اثر لحظه‌ای کفی بر عملکرد تعادلی نوجوانان مورد بررسی قرار گرفت [۱۴]. کوفته و همکاران عنوان کردند که ثبات پاسچرال در شرایط ایستا و پویا متأثر از نوع اختلال پا و مرتبط با تفاوت‌های ساختاری است که با پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد [۱۵].

کارن و همکاران تعادل ایستا و پویای افراد را با استفاده از سیستم تعادل چتکس بررسی کردند و بین تعادل ایستا و دینامیک کف پای سوپینیشن و پرونیشن با کف پای طبیعی تفاوت معنی‌داری گزارش نکردند که با نتایج پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد [۱۶]. کوب و همکاران و تی‌سای ساختار آناتومیکی مچ پا را دلیل اصلی تفاوت‌های مشاهده شده در عملکرد افراد بیان کردند. به اعتقاد آن‌ها پای صاف و پای گود با پرونیشن و سوپینیشن بیش از حد مفصل ساب تالار همراه است و ممکن است موجب عدم ثبات و بیش‌حرکتی بعضی بخش‌های دیگر شود که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد [۱۷]. چای و همکاران بیان کردند که کودکان با قوس کف پای کمتر، کنترل پاسچر بهتری نسبت به کودکان با قوس کف پای طبیعی دارند که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی ندارد که شاید به دلیل پایین‌تر بودن مرکز ثقل کودکان نسبت به بزرگسالان و نوسانات کمتر در مرکز جرم و فشار آن‌ها باشد [۱۸].

امینیان و همکاران پس از بررسی تأثیر اورتز دارای حمایت قوس طولی بر توزیع فشار کف پا در افراد مبتلا به کف پای صاف منعطف اظهار داشتند که کفی سبب انتقال فشار از سایر نواحی مجاور شامل پاشنه و جلوی پا به ناحیه میانی پا می‌گردد که با نتایج پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد [۱۹]. صادقی و آزادی‌نیا (۲۰۱۰) به منظور بررسی فراوانی کف پای صاف در کودکان ۷ تا ۱۴ ساله شهر اصفهان تحقیقی انجام دادند و گزارش کردند که شیوع افت قوس طولی کف پا ۲۳/۵ درصد است، به طوری که موارد افت قوس در یک پا (۱/۴ درصد) بیش از افت قوس در هر دو پا (۹/۱ درصد) بود. همچنین فراوانی نسبی افت قوس در دو گروه جنسی تقریباً برابر بود، به گونه‌ای که میزان شیوع در پسران ۲۴/۲ و در دختران ۲۳ درصد به دست آمد که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد [۲۰]. عبدلی و همکاران رابطه قوس طولی پا با برخی شاخص‌های حرکتی کودکان ۱۱ تا ۱۴ ساله را مورد بررسی قرار دادند و تفاوت معنی‌داری بین قوس طولی پا با تعادل گزارش کردند که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد [۲۱].

پایه‌دار و همکاران با استفاده از دستگاه تعادل‌سنج بایودکس نشان دادند که استفاده از کفی طبی نوسان کلی بدن را کاهش می‌دهد و تعادل را در افراد مبتلا به صافی کف پا افزایش می‌دهد، که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد و علت احتمالی این موضوع را می‌توان به دلیل افزایش ثبات مفاصل ساب تالار و میدتارسال و کاهش پرونیشن پا به وسیله کفی بیان کرد [۲۲]. پاینده و همکاران در پژوهشی به مقایسه تعادل پویا و نیمه پویا در

رضایت‌نامه کتبی از شرکت‌کنندگان انجام شد.

حامی مالی

این پژوهش هیچگونه کمک مالی از سازمانیهای دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمامی نویسندگان در نگارش این مقاله مشارکت داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان هیچگونه تعارض منافی در این پژوهش وجود ندارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از مرکز تحقیقاتی ورزشی پویا ستارگان سلامت گستر اعلام می‌دارند.

References

- [1] Hosseini R, Norasteh AA, Nemati N. Comparing the balance of male athletes aged 11-14 years with and without genu varum. *J Sport Biomech.* 2019; 4(4):54-65. [DOI:10.32598/biomechanics.4.4.54]
- [2] Aminian G, Safaeepour Z, Farhoodi M, Pezeshk AF, Saeedi H, Majdolslam B. The effect of prefabricated and proprioceptive foot orthoses on plantar pressure distribution in patients with flexible flatfoot during walking. *Prosthet Orthot Int;* 2013; 37(3):227-32. [DOI:10.1177/0309364612461167] [PMID]
- [3] Fan Y, Fan Y, Li Z, Lv C, Luo D. Natural gaits of the non-pathological flat foot and high-arched foot. *PLoS One.* 2011; 6(3):e17749. [DOI:10.1371/journal.pone.0017749] [PMID] [PMCID]
- [4] Cobb SC, Tis LL, Johnson BF, Higbie EJ. The effect of fore foot varus on postural stability. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2004; 34(2):79-85. [DOI:10.2519/jospt.2004.34.2.79] [PMID]
- [5] Bonnie Y, San T BD, Yu BF, Boone DA, Mphil CP. Quantitative comparison of plantar foot shape under different weightbearing condition. *J Rehabil Res Dev.* 2000; 40:526-628. [PMID]
- [6] Ghasemi V, Rajabi R, Alizadeh M, Dashti Rostami K. [Comparison of dynamic balance in males with different foot types (Persian)]. *Sport Medicine;* 2011; 3(1):5-20. https://jsmed.ut.ac.ir/article_24187.html
- [7] Gribble PA, Hertel J. Considerations for normalizing measures of the Star Excursion Balance Test. *Measure Physic Educ Exerts Sci.* 2003; 7(2):89-100. [DOI:10.1207/S15327841MPEE0702_3]
- [8] Emery CA, Cassidy JD, Klassen TP, Rosychuk RJ, Rowe BB. Development of a clinical static and dynamic standing balance measurement tool appropriate for use in adolescents. *Phys Ther.* 2005; 85(6):502-14. [DOI:10.1093/ptj/85.6.502] [PMID]
- [9] Hamlyn C, Docherty CL, Klossner J. Orthotic intervention and postural stability in participants with functional ankle instability after an accommodation period. *J Athl Train.* 2012; 47(2):130-5. [DOI:10.4085/1062-6050-47.2.130] [PMID] [PMCID]
- [10] Van Geffen JA, Dijkstra PU, Hof AL, Halbertsma JPK, Postema K. Effect of flat insoles with different Shore A values on posture stability in diabetic neuropathy. *Prosthet Orthot Int.* 2007; 31(3):228-35. [DOI:10.1080/03093640600994557] [PMID]
- [11] Mattacola CG, Dwyer MK, Miller AK, Uhl TL, McCrory JL, Malone TR. Effect of orthoses on postural stability in asymptomatic subjects with rear foot malalignment during a 6-week acclimation period. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007; 88(5):653-60. [DOI:10.1016/j.apmr.2007.02.029] [PMID]
- [12] Kido M, Ikoma K, Hara Y, Imai K, Maki M, Ikeda T, et al. Effect of therapeutic insoles on the medial longitudinal arch in patients with flatfoot deformity: A three-dimensional loading computed tomography study. *Clin Biomech.* 2014; 29(10):1095-8. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2014.10.005] [PMID] [PMCID]
- [13] Rome K, Brown CL. Randomized Clinical trial into the impact of rigid foot orthoses on balance parameters in exercise sively pronated feet. *clinical rehabilitation.* 2004; 18(6):624-30. [DOI:10.1191/0269215504cr7670a] [PMID]
- [14] Olmsted LC, Hertel J. Influence of foot type and orthotics on static and dynamic postural control. *J Sport Rehabil.* 2004; 13(1):54-66. [DOI:10.1123/jsr.13.1.54]
- [15] Cote KP, Brunet ME, Gansneder BM, Shultz SJ. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *J Athl Train.* 2005; 40(1):41-6. [PMCID]
- [16] Karen PC, Michael EB, Bruce M, Gansneder and Sandra JS. Effect of pronated and supinated foot posture on static and dynamic postural stability. *Journal Athlete Train.* 2005; 40:41-6. [PMID] [PMCID]
- [17] Tsai L-C, Yu B, Mercer VS, Gross MT. Comparison of different structural foot types for measures of standing postural control. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006; 36(12):942-53. [DOI:10.2519/jospt.2006.2336] [PMID]
- [18] Lin C-H, Lee H-Y, Jason Chen J-J, Lee HM, Kuo MD. Development of a quantitative assessment system for correlation analysis of footprint parameters to postural control in children. *Physiol Meas.* 2006; 27(2):119-30. [DOI:10.1088/0967-3334/27/2/003] [PMID]
- [19] Aminian G, Farhoodi M, Safaeepour Z, Farjad Pezeshk A. [The assessment of the effect of longitudinal arch support insole on plantar pressure distribution in subjects with flexible flatfoot (Persian)]. *Iran J War Public Health.* 2012; 4(16):43-8. <http://ijwph.ir/article-1-226-fa.html>
- [20] Sadeghi E, Asadnia F. [To determine the prevalence of flat foot in children 7 to 14 years in Isfahan (Persian)]. *Journal of Medical Council of Iran.* 2010; 29(2):142-9. <http://jmciri.ir/article-1-1423-fa.html>
- [21] Abdoli B, Taymoori M, Zamani Sani SH, Zeraat Kar M, Hovnlou F. [Relationship between Plantar longitudinal arches and Some Selected Motor Parameters in Children aging 11 to 14 years (Persian)]. *JRRS.* 2011; 7(3):381-90. [DOI: 10.22122/jrrs.v7i3.209]
- [22] Payehdar S, Saeedi H, Ahmadi A, Kamali M, Mohammadi M, Abdollah V. Comparing the immediate effects of UCBL and modified foot orthoses on postural sway in people with flexible flatfoot. *Prosthet Orthot Int.* 2016; 40(1):117-22. [DOI:10.1177/0309364614538091] [PMID]
- [23] Payandeh M, Yazdi N, Ebrahimi A, Damavandi M, Ameli M, Safari M. [Comparison of Dynamic and Semi dynamic Balance of Flat Foot with a Normal Foot (Persian)]. *J Zabol Univ Med Sci Health Serv.* 2015; 7(2):2. https://www.researchgate.net/publication/342864512_