MEJDS. 2022; 12:86.

Published online 2022 Aug. **Original Article**

Study of Effect of the Corrective Exercises With and Without Taping on The Balance and Pronated Foot of Female Students 15 To 17 Years Old

Zarean shirvaneh deh E[1], *Mousavi Sadati SK[2], Daneshjoo A[3]

Author Address
1. MSc Student of Sport Injuries and Corrective Exercise, Department of Physical Education and Sport Sciences, East Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran;
2. Assistant Professor of Motor Behavior, Department of Physical Education and Sport Sciences, East Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran;
3. Assistant Professor of Sport Biomechanics, Department of Physical Education and Sport Sciences, East Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
***Corresponding Author E-mail:** drmousavisadati@gmail.com

Received: 2020 June 21; **Accepted:** 2020 October 17

Abstract

Background & Objectives: The feet require proper weight distribution during many body motions such as those for the maintenance of static balance and gait. In general, an abnormally low medial longitudinal arch in foot is called pes planus or flatfeet, which is divided into rigid and flexible pes planus. Pes planus has been reported to cause abnormal functions of the tendon sheath of the tibialis posterior, including dynamic imbalance, pain, joint damage, and even stress fractures. Diagnosing and improving flatfeet in the early age is effective in preventing various injuries. Foot as the most distal segment in the lower extremity chain, represents relatively small base of support on which the body maintains balance. Although it seems reasonable that even minor biomechanical alternations in the support surface may influence postural-control strategies. Studies represented several ways of using kinesiotape was affected on handling many kinds of skeletal deformities. There was evidence exists that traditional taping can be effective in controlling excessive pronated foot. The aim of this study was to evaluate corrective exercises and the use of kinesiotape on flatfeet and balance index in female students aged 15 to 17 years.

Methods: The method of this research was semi-experimental, which was conducted as an intervention in the form of a pre-test and post-test research design with two experimental groups. The statistical population of female students was 15 to 17 years old in Tehran, 28 female volunteer students were suffered pronation foot grouped random in 2, including 14 in both experimental group, corrective exercises with taping and corrective exercises without taping. The criteria for entering students into the research were: suffering from flat feet; written consent of the volunteer and parents; Confirmation of the health questionnaire by a specialist doctor, including checking the complete health of the skeletal and neuromuscular system, the visual system, the vestibular hearing system; Not taking any drugs that affect the nervous system and control posture; Not having a history of accidents and ankle sprains; Negativeness of the adhesive sensitivity test and no coldness and sweating of the soles of the feet. The criteria for the withdrawal of students from the research, eczema in the long term, the appearance of disorders in the health of the sensory and nervous systems, vestibular hearing, the appearance of vertigo, impaired control of standing, the occurrence of any type of accident and the occurrence of movement problems, the inability to continue exercises and the increase in body mass index body mass index (BMI) during the intervention period. The navicular drop test and foot printed measured by Staheli method were done to diagnose flat foot. Corrective exercises were scheduled for 8 weeks 32 sessions. Participants with tape were present throughout the study along with the taped foot during the day. The measurement of the height of the naval bone and amount of internal arches of the foot were measured and to find the balance it was performed by a posturography apparatus, Sensory organization test (SOT test), which all remeasured after 8 weeks exercises. The computerized dynamic posturography apparatus was the equitest model of the American NeuroCom company, one of the most advanced kinetic variables assessor apparatus that is used to manipulate effective sensory systems in control posture. This device has a unique evaluation technique that provides quantitative data in posture control and it is a suitable tool for analysing age–related changes. The data were analysed using descriptive statistics, covariance analysis , independent t test and paired samples test in significance level 0.05. All data were analysed using SPSS 20 for windows.

Results: The results of covariance analysis showed that, after removing the effect of pre-test scores on post-test scores, there was a significant difference between the two groups in the first (p=0.251), second (p=0.113), third (p=0.071), fourth (p=0.862), fifth (p=0.260) and sixth (p=0.314) balances and the internal longitudinal arch of right foot (p=0.281) and left (p=0.125) and there was no increase in the height of the right naval bone (p=0.136) and the height of the left naval bone (p=0.240) and the use of kinesiotape could not facilitate the effect of corrective exercises; But the results of the paired t-test for intragroup comparisons showed that corrective exercises on the on internal longitudinal arch of right and left foot (p<0.001), increasing the height of the naval bone of the right and left foot (p<0.001) and static balance with eyes closed in the second condition (p<0.001) had a significant effect.

Conclusion: According to this study corrective exercises protocol can improve pronated foot (flat feet deformity) and static balance index in closed eyes position, and the use of the kinesiotape is not affective on improving pronated foot and improving balance index. Therefore, this training protocol can be useful for teenagers suffered pronated foot is to improve internal foot arches and height of the naval bone and static balance in closed eye position.

Keywords: Corrective exercise, Pronated foot, Balance, Kinesiotape.

[Downloaded from jdisabilstud.org on 2026-06-16]

Copyright © 2022, MEJDS. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

مجله مطالعات ناتوانی ۱۴۰۱؛ (۱۲):۸۶.

انتشار برخط مرداد ۱۴۰۱ مقاله پژوهشی اصیل

بررسی اثر تمرینات اصلاحی با و بدون تیپینگ بر تعادل و کف پای صاف دانش‌آموزان دختر ۱۵تا۱۷ سال

الهه زارعان شیروانه‌ده[۱]، *سیدکاظم موسوی ساداتی[۲]، عبدالرسول دانشجو[۳]

توضیحات نویسندگان

۱. دانشجوی کارشناسی‌ارشد آسیب‌شناسی ورزشی، واحد تهران شرق، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران؛

۲. استادیار رفتار حرکتی، گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، واحد تهران شرق، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران؛

۳. استادیار بیومکانیک ورزشی، گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، واحد تهران شرق، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

***رایانامهٔ نویسندهٔ مسئول:** drmousavisadati@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱ مرداد ۱۳۹۹؛ **تاریخ پذیرش:** ۲۶ مهر ۱۳۹۹

چکیده

زمینه و هدف: تشخیص و بهبود تعادل و صافی کف پا در سنین کمتر، بر مبتلانشدن به آسیب‌های گوناگون در سنین بیشتر مؤثر است. هدف تحقیق حاضر، بررسی اثربخشی تمرینات حرکات اصلاحی با و بدون کنزیوتیپ بر تعادل و صافی کف پای دانش‌آموزان دختر ۱۵تا۱۷ سال بود.

روش‌بررسی: روش پژوهش نیمه‌تجربی، با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون همراه با دو گروه آزمایش بود. جامعهٔ آماری تمامی دانش‌آموزان دختر دورهٔ متوسطهٔ دوم دبیرستان حاجیه ساعد منطقهٔ شانزده شهر تهران با دامنهٔ سنی بین ۱۵تا۱۷ سال بودند که دارای عارضهٔ کف پای صاف منعطف بودند. بیست‌وهشت شرکت‌کنندهٔ داوطلب دارای صافی کف پا به‌صورت تصادفی در دو گروه چهارده‌نفرهٔ آزمایش شامل تمرینات اصلاحی به‌همراه تیپینگ و تمرینات اصلاحی بدون تیپینگ مبتلا به عارضهٔ پرونیشن کف پا گروه‌بندی شدند. سپس در پیش‌آزمون و پس‌آزمون، ارتفاع ناوی، نقش کف پا با شاخص قوس کف پایی استاهلی و تعادل با آزمون سازماندهی حسی (SOT) دستگاه پاسچروگرافی اندازه‌گیری شد و هر دو گروه تمرینات اصلاحی را به‌مدت هشت هفته، ۳۲ جلسه انجام دادند. تجزیه‌وتحلیل آماری با استفاده از آزمون تی زوجی برای مقایسه‌های درون‌گروهی و روش تحلیل کوواریانس در نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۰ در سطح معناداری آماری ۰/۰۵ صورت گرفت.

یافته‌ها: بین دو گروه با تیپینگ و بدون تیپینگ، اختلاف معناداری در تعادل‌های اول، دوم، سوم، چهارم، پنجم و ششم، نقش کف پای راست و پای چپ و همچنین افزایش ارتفاع استخوان ناوی راست و ارتفاع استخوان ناوی چپ وجود نداشت؛ ولی براساس نتایج آزمون تی زوجی برای مقایسه‌های درون‌گروهی، حرکات اصلاحی بر نقش کف پای راست و چپ ($p<۰/۰۰۱$)، افزایش ارتفاع استخوان ناوی پای راست و چپ ($p<۰/۰۰۱$) و تعادل ایستا با چشم بسته در وضعیت دوم ($p<۰/۰۰۱$) تأثیر معنادار داشت.

نتیجه‌گیری: براساس یافته‌های این پژوهش، تمرینات اصلاحی بر بهبود عارضهٔ کف پای صاف و تعادل ایستا در وضعیت چشم بسته مؤثر است؛ ولی استفاده از کنزیوتیپ بر صافی کف پا و بهبود تعادل مؤثر نیست.

کلیدواژه‌ها: تمرینات اصلاحی، کف پای صاف، تعادل، کنزیوتیپ.

حق انتشار محفوظ است © ۱۴۰۱، مجله مطالعات ناتوانی. این یک مقاله با دسترسی آزاد است که تحت مجوز اختیار_غیرتجاری ۴/۰ بین‌المللی (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.fa) منتشر شده است که به شما اجازه می‌دهد که مواد منتشر شده در این مقاله را با شرط ارجاع مناسب به نسخهٔ اصلی، به‌طور غیرتجاری نسخه‌برداری و توزیع کنید.

[Downloaded from jdisabilstud.org on 2026-06-16]

۱ مقدمه

صافی کف پا[1] یکی از مشکلات شایع در کودکان، نوجوانان و بزرگسالان است. این ناهنجاری وضعیتی است که به‌عنوان کاهش قوس طولی داخلی پا[2] شناخته می‌شود و با شناسایی به‌موقع و اقدامات لازم درجهت اصلاح و جلوگیری از تشدید آن، می‌توان از عوارضی جلوگیری کرد که در درازمدت اثرات مخربی بر مفاصل مچ پا و زانو و سایر مفاصل به‌جا می‌گذارد. کف پای صاف منعطف که بیشتر موضوع بحث در حرکات اصلاحی است، می‌تواند ناشی‌از کشیدگی بیش‌ازحد رباط‌های قاپی ناوی، قاپی پاشنه‌ای و ناوی میخی باشد (۱). کف پای صاف یا چرخش به داخل بیش‌ازحد کف پا، موجب چرخش متوسط درشت‌نی می‌شود. این چرخش بر استخوان ران، کشکک، خاصره، خاجی و تمام سیستم عضلات اسکلتی تأثیر دارد (۲). این چرخش داخلی بیش‌ازحد کف پا، مسئول ۶۰تا۹۰درصد از تمام آسیب‌های پا[3]، اندام تحتانی و آسیب‌های مرتبط با استفادهٔ بیش‌ازحد اندام است (۳). دربارهٔ اصلاح عارضهٔ کف پای صاف با استفاده از حرکات و تمرینات اصلاحی در حوزهٔ طب ورزشی همواره بحث شده است.

مطابق نظریهٔ جاندا[4] سیستم حرکتی انسان، سیستمی منسجم است. نقص در یک سیستم، به وضعیت‌های جبرانی و ایجاد مطابقت‌هایی در سیستم‌های دیگر منجر می‌شود؛ برای مثال یافته‌ها نشان داد، بین عارضهٔ کف پای صاف و زانوی ضربدری رابطهٔ تنگاتنگ وجود دارد (۴). صافی کف پا غالباً با مشکلاتی ازجمله ایجاد درد، بی‌ثباتی و کاهش تعادل، توزیع نامتوازن فشار کف پا، خستگی پا و مشکلات راه‌رفتن همراه است که تأثیر درخورتوجهی بر فعالیت‌های روزانه دارند (۵). همهٔ این تغییرات متعاقباً می‌تواند به کندترشدن سرعت راه‌رفتن، کاهش طول حرکت و کاستن مدت‌زمان ایستادن منجر شود. کاهش تعادل و خستگی جزو علائم همراه مبتلایان به صافی کف پا است (۵). طبق مطالعات پیشین، صافی کف پا همراه با پرونیشن بیش‌ازحد مفصل ساب‌تالار[5] ممکن است باعث بی‌ثباتی و بیش‌حرکتی[6] مفاصل پا شود و هنگام تحمل وزن مفصل پا ناپایدار شود و اختلال در تعادل و کنترل وضعیت فرد را در پی داشته باشد (۶)؛ بنابراین هر نوع تغییری در ساختار کف پا شامل افزایش یا کاهش قوس آن، از عواملی است که پا را درمعرض آسیب ناشی‌از فعالیت فیزیکی قرار می‌دهد و می‌تواند با تغییر محور مکانیکی پا بر تعادل فرد تأثیر بگذارد (۷).

در مطالعات دربارهٔ سنجش تأثیر کف پا با ارتفاع قوس طولی متفاوت بر تعادل افراد، مشخص شد که تعادل افراد مبتلا به ناهنجاری کف پای صاف درمقایسه با کف پای طبیعی کمتر است (۸).

تعادل به‌عنوان یکی از مفاهیم بحث‌برانگیز حسی‌حرکتی، ارتباط متقابل و پیچیده میان درون‌دادهای حسی و پاسخ‌های حرکتی لازم را به‌منظور حفظ یا تغییر راستای قامت بررسی می‌کند. به‌عقیدهٔ بسیاری از محققان، تمامی فعالیت‌های بدنی دارای سه جنبه مشتمل بر حفظ تعادل، حفظ موقعیت مناسب بدن و جهت‌یابی فضایی عضلات و مفاصل درگیر در اجرای حرکت است؛ بااین‌حال هنوز تعریف واحد و مشخصی از تعادل ارائه نشده است (۹). حفظ تعادل در زنجیرهٔ حرکتی بسته، وابسته به بازخورد وابرانی و استراتژی‌های حرکت در لگن، زانو و مفصل مچ پا است (۱۰).

باتوجه به اینکه پا دورترین بخش زنجیرهٔ حرکتی اندام تحتانی محسوب می‌شود، مستدل به‌نظر می‌رسد که حتی کوچک‌ترین تغییر در بیومکانیک پا ممکن است بر استراتژی‌های کنترل راستای قامت[7] تأثیرگذار باشد؛ به‌ویژه چرخش داخلی بیش‌ازاندازهٔ کف پا امکان دارد بر ورودی اعصاب حسی‌پیکری[8] به‌علت تغییراتی در تحرک مفصل یا محدودهٔ سطح تماس تأثیر داشته باشد (۴). در افراد مبتلا به کف پای صاف، احتمال افتادن یا نبود تعادل در هنگام ایستادن‌های یک‌طرفه در فعالیت‌های عملکردی زیاد است (۱۱). تفاوت‌هایی در فعالیت‌های عضلات می‌تواند نشانه‌ای از جبران عصبی‌عضلانی به‌منظور کاهش فعالیت بیش‌ازحد قوس طولی میانی باشد. این تفاوت‌ها منجربه مشکلات دیگری مانند خستگی مفرط عضلانی می‌شود که متعاقباً بر اجرای تعادل در طول فعالیت‌های پویا اثرگذار است (۱۲).

نتایج برخی پژوهش‌ها نشان می‌دهد، اورتزها و روش‌های مختلف تیپینگ بر کاهش آسیب و تسریع بازتوانی تأثیر دارند. استفاده از کنزیوتیپ برای مدیریت نقص‌های اسکلتی‌عضلانی مانند پرونیشن پا بسیار محبوبیت یافته است (۸).

کنزیوتیپ به‌گونه‌ای طراحی شده است که شباهت بسیار زیادی به کیفیت پوست انسان داشته باشد و شامل چهار عملکرد اصلی است: بازگرداندن عملکرد مناسب عضله ازطریق تسهیل و جلوگیری از انقباض‌های عضلانی؛ افزایش جریان خون و افزایش حرکت مایعات در مویرگ‌های لنفی؛ کاهش درد ازطریق تحریک گیرنده‌های مکانیکی؛ کاهش گرفتگی عضلانی که منجربه اصلاح حرکات نامناسب مفصل می‌شود (۱۳،۱۴). باوجود اثرات مثبت کنزیوتیپ، مطالعه‌ای با بررسی تأثیر تیپ مچ پا بر تعادل ایستا در افراد با بی‌ثباتی عملکردی مچ پا نشان داد، تیپ مچ پا به نگهداری بهتر تعادل ایستا در مچ پای بی‌ثبات کمک نمی‌کند؛ اما موجب کاهش درخورتوجه نوسان وضعیتی مچ پا در سطوح بی‌ثبات می‌شود (۱۵). استفاده از کنزیوتیپ فواید و اثراتی دارد و به‌عنوان روشی نوین در کاهش غیرهمترازی مفاصل است؛ همچنین در زمینهٔ بررسی اثرات طولانی‌مدت استفاده از کنزیوتیپ بر صافی کف پا و لزوم استفاده از ابزارهای پیشرفته‌تر مانند آزمون سازماندهی حسی[9] (SOT) دستگاه پاسچروگرافی پویای کامپیوتری[10] برای ارزیابی تعادل در افراد دارای صافی کف پا خلأ پژوهشی وجود دارد؛ ازاین‌رو پژوهش حاضر با هدف بررسی اثربخشی تمرینات حرکات اصلاحی با و بدون کنزیوتیپ بر تعادل و صافی کف پای دانش‌آموزان دختر ۱۵تا۱۷ سال انجام شد.

1. Pronated foot, pes planus, flat foot
2. Longitudinal arch of foot
3. Foot
4. Janda
5. Subtalar joint
6. Hypermobility
7. Posture
8. Somatosensory
9. Sensory organization test
10. Computerized Dynamic Posturography

[Downloaded from jdisabilstud.org on 2026-06-16]

۲ روش‌بررسی

روش این پژوهش نیمه‌تجربی بود که به‌صورت مداخله‌ای در قالب طرح تحقیقی پیش‌آزمون و پس‌آزمون با دو گروه آزمایش انجام شد. جامعهٔ آماری پژوهش را تمامی دانش‌آموزان دختر دورهٔ متوسطهٔ دوم دبیرستان حاجیه ساعد منطقهٔ شانزده شهر تهران با دامنهٔ سنی بین ۱۵ تا۱۷ سال تشکیل دادند که دارای عارضهٔ کف پای صاف منعطف بودند. معیارهای ورود دانش‌آموزان به پژوهش عبارت بود از: ابتلا به صافی کف پا؛ رضایت کتبی نمونهٔ داوطلب و والدین؛ تأیید پرسش‌نامهٔ سلامت توسط پزشک متخصص شامل بررسی سلامت کامل سیستم اسکلتی و عصبی‌عضلانی، سیستم بینایی، سیستم شنوایی بخش دهلیزی؛ مصرف‌نکردن هرگونه داروی مؤثر بر سیستم عصبی و کنترل راستای قامت؛ نداشتن سابقهٔ انواع حادثه و تصادف و پیچ‌خوردگی مچ پا؛ منفی‌بودن آزمون حساسیت[1] به چسب و نداشتن سردی و تعریق کف پا. معیارهای خروج دانش‌آموزان از پژوهش، اگزما در طولانی‌مدت، پیدایش اختلال در سلامت سیستم حسی، عصبی، شنوایی بخش دهلیزی، پیدایش بیماری سرگیجه، اختلال در کنترل راستای قامت، وقوع هر نوع سانحه و بروز مشکلات حرکتی، توانایی‌نداشتن در تداوم تمرینات و افزایش شاخص تودهٔ بدن[2] (BMI)در طی دورهٔ مداخله بود. اجرای آزمون حساسیت به‌صورت چسباندن تکهٔ کوچکی از کنزیوتیپ روی پوست قسمت داخلی بازو به‌مدت دو ساعت بود و نتایج ثبت شد. به‌دلیل محدودیت‌های بسیار در معیار ورود و مدت اجرای پژوهش، ۳۲ شرکت‌کنندهٔ داوطلب به‌طور هدفمند انتخاب شدند و به‌صورت تصادفی در دو گروه آزمایش (شانزده نفر گروه آزمایش تمرینات اصلاحی به‌همراه کنزیوتیپ و شانزده نفر گروه آزمایش تمرینات اصلاحی بدون کنزیوتیپ) قرار گرفتند. تعداد حجم نمونه در هر گروه باتوجه به فرمول زیر به‌دست آمد (۴).

$$n \geq 2\frac{\left(z_{\alpha}+z_{\beta}\right)^2\sigma^2}{\left(\mu_1-\mu_2\right)^2}=\frac{2(1.96+0.84)^2}{0.98^2}=16$$

سی‌ودو شرکت‌کنندهٔ داوطلب دارای صافی کف پا که فرم رضایت‌نامهٔ آگاهانه را امضا کردند، به‌طور تصادفی در دو گروه شانزده‌نفرهٔ آزمایش شامل تمرینات اصلاحی به‌همراه تیپینگ و تمرینات اصلاحی بدون تیپینگ مبتلا به عارضهٔ پرونیشن کف پا گروه‌بندی شدند. سپس ارتفاع ناوی، نقش کف پا و تعادل شرکت‌کنندگان اندازه‌گیری شد و هر دو گروه تمرینات اصلاحی را به‌مدت هشت هفته، ۳۲ جلسه انجام دادند. پس از پایان مداخله، دوباره متغیرهای پژوهش اندازه‌گیری شد. طی دورهٔ مداخله چهار نفر از شرکت‌کننده‌ها (از هر گروه دو نفر) به‌دلیل شرکت‌نکردن در تمرینات یا شرکت نامنظم در تمرینات از پژوهش خارج شدند و صرفاً چهارده نفر از هر گروه در پس‌آزمون شرکت کردند. برای جمع‌آوری داده‌ها ابزارها و تمرینات زیر به‌کار رفت.

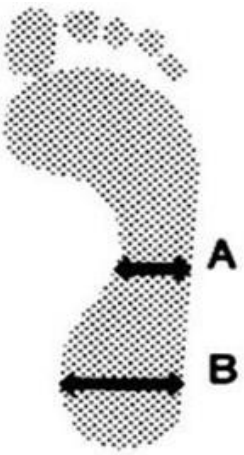
ـ آزمون افت ناوی[3] برای بررسی کف پای صاف و قوس طولی داخلی پا انجام شد. در این آزمون، شرکت‌کننده در وضعیت نشسته قرار می‌گیرد و کف پای خود را زمین می‌گذارد و زانوهای خود را در وضعیت نوددرجه خمیدگی نگه می‌دارد. همچنین مفصل مچ پا در وضعیت طبیعی قرار داده می‌شود. در حالتی که وضعیت طبیعی تحت قاپی حفظ شده است، برجسته‌ترین نقطهٔ استخوان ناوی مشخص شده و با خودکار علامت‌گذاری می‌شود. سپس ارزیابی‌کننده، کارتی شاخص را در قسمت داخلی پا از کف زمین به‌شکل عمودی قرار می‌دهد که از استخوان ناوی عبور می‌کند. سطح روبه‌روی برجسته‌ترین نقطهٔ استخوان ناوی روی کارت علامت‌گذاری می‌شود. سپس از فرد خواسته می‌شود که بدون تغییردادن وضعیت پاها بایستد و وزن خود را به‌شکل برابر روی هر دو پا پخش کند. در حالت ایستاده مجدداً برجسته‌ترین نقطهٔ استخوان ناوی نسبت به زمین تعیین می‌شود و روی کارت علامت‌گذاری انجام می‌گیرد. در آخر، اختلاف بین ارتفاع استخوان ناوی در وضعیت نشسته و وضعیت ایستاده (تحمل وزن) با یک خط‌کش اندازه‌گیری می‌شود که میزان به‌دست‌آمده برحسب میلی‌متر است ومیزان افتادگی استخوان ناوی را نشان می‌دهد. اگر افت استخوان ناوی به‌میزان ۶تا۹ میلی‌متر باشد، در رنج طبیعی است و اگر این میزان بیشتر از ۱۰ میلی‌متر باشد، غیرطبیعی و نشان‌دهندهٔ صافی کف پا خواهد بود. برای رفع خطای اندازه‌گیری ارتفاع برجستگی استخوان ناوی دو مرتبه اندازه‌گیری و میانگین لحاظ می‌شود (۱۶).

ـ نقش کف پا[4] با شاخص قوس کف پایی استاهلی[5] بررسی شد. برای ترسیم نقش کف پا به‌منظور محاسبهٔ شاخص قوس کف پای استاهلی قوس‌های کف پایی، پودر تالک استفاده شد (۱۷). از آزمودنی خواسته شد پای خود را به پودر تالک آغشته کند و بعد از چند ثانیه راه‌رفتن 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) ارزیابی شد. این شاخص با تقسیم کمترین پهنای قسمت وسط به بیشترین پهنای قسمت انتهایی (پاشنه) محاسبه شد (شکل ۱) و عدد حاصل SI<۰/۴۴ به‌عنوان قوس کف پای زیاد (کف پای گود)، ۰/۴۴≤SI≤۰/۸۹ به‌عنوان قوس کف پای طبیعی و SI>۰/۸۹ به‌عنوان قوس کف پای کم (کف پای صاف) در نظر گرفته شد. پس از دوازده هفته پس‌آزمون‌های تعادل و نسبت قوس اجرا شد (۱۹-۱۷).

ـ تعادل با آزمون سازماندهی حسی[6] (SOT) دستگاه پاسچروگرافی پویای کامپیوتری[7] مدل Equitest (دستگاه EQO356) ساخت شرکت آمریکایی NeuroCom ارزیابی شد (شکل ۲) که روش کمی برای ارزیابی عملکرد کنترل راستای قامت و تعادل در حالت ایستاده است و از سیستم‌های بسیار پیشرفتهٔ بررسی متغیرهای کینتیکی و دست‌کاری سیستم‌های حسی مؤثر در کنترل راستای قامت به‌شمار می‌رود.

1. Allergy
2. Body Mass Index
3. Navicular Drop Test (NDT)
4. Footprint
5. Staheli's Plantar Arc Index (SPAI)
6. Sensory Organization Test
7. Computerized dynamic posturography

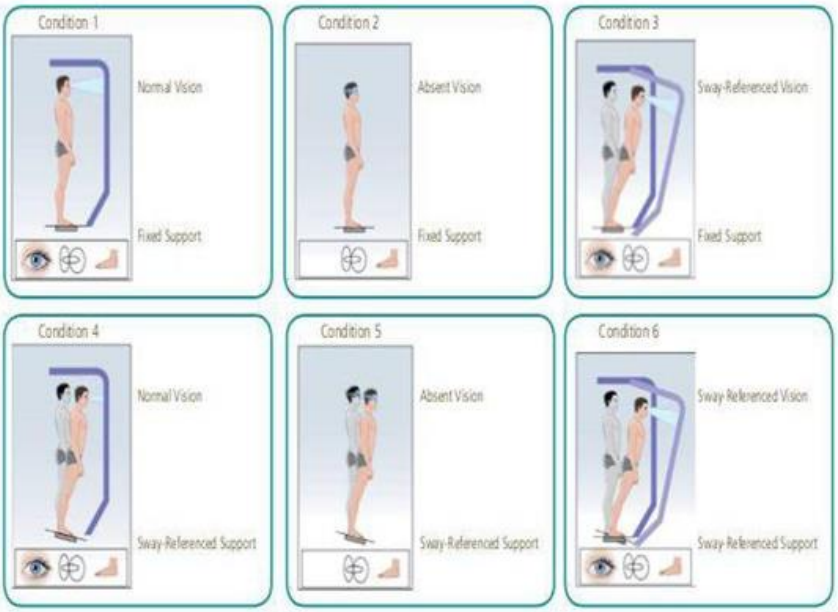
[Downloaded from jdisabilstud.org on 2026-06-16]



شکل ۱. شاخص استاهلی از تقسیم قسمت a بر قسمت b به‌دست می‌آید

شکل ۲. نمایی از اجرای آزمون پاسچروگرافی

دستگاه پاسچروگرافی پویای کامپیوتری شامل چند خرده‌آزمون است. آزمون سازماندهی حسی مدنظر این پژوهش بود که عملکرد هریک از سیستم‌های حسی عمقی، دهلیزی و بینایی را در کنترل راستای قامت ارزیابی می‌کند و دارای شش وضعیت است. در سه وضعیت اول صفحه‌های نیرو ثابت و در سه وضعیت دیگر درجهت‌های قدامی و خلفی حرکت می‌کنند. در وضعیت اول، فرد روی سیستم قرار می‌گیرد؛ به‌طوری‌که تمامی اطلاعات حسی درگیر در کنترل راستای قامت دردسترس است. در وضعیت دوم، شرکت‌کننده با چشم بسته (چشم‌بند) آزمون می‌شود (حذف اطلاعات سیستم بینایی). در وضعیت سوم، چشم‌های فرد باز است، محیط بینایی متحرک است و منجربه ارائهٔ آرایه‌های نادرست بینایی می‌شود. وضعیت چهارم، صفحه‌های نیرو متحرک است و اطلاعات حس عمقی دست‌کاری می‌شود. در وضعیت پنجم، چشم‌ها بسته است، صفحهٔ نیروی متحرک باعث حذف اطلاعات حس عمقی می‌شود و اطلاعات سیستم دهلیزی در کنترل راستای قامت آزمون می‌شود. در وضعیت ششم، صفحهٔ نیرو و روبه‌رو متحرک است و با ارائهٔ آرایه‌های نامناسب بینایی سیستم دهلیزی ارزیابی می‌شود (شکل ۳). سال ۱۹۸۰ دستگاه پاسچروگرافی پویای کامپیوتری توسط ناشنر[1] توسعه پیدا کرد. این دستگاه داده‌ها را به‌صورت کمی فراهم می‌آورد و تا حد زیادی بین اختلالات سازگاری مرکزی، حرکتی و حسی بی‌شمار، تمایز ایجاد می‌کند. استفاده از آن تنها روش معتبر تشخیصی کنترل است که سهم هرکدام از ورودی‌های دستگاه دهلیزی، بینایی، حسی‌پیکری و مکانیزم‌های یکپارچه‌سازی مرکزی و خروجی دستگاه عصبی‌عضلانی را برای کنترل تعادل و راستای قامت مشخص می‌کند و برای تجزیه‌وتحلیل مکانیزم‌های نوسان مرتبط با سن ابزار مناسبی به‌نظر می‌رسد (۲۰).



شکل ۳. شرایط آزمون SOT و دستگاه‌های حسی درگیر (۲۰)

[1]. Nashner

[Downloaded from jdisabilstud.org on 2026-06-16]

آزمون افت استخوان ناوی (اندازه‌گیری ارتفاع ناوی) و ترسیم نقش کف پا و آزمون تعادل توسط دستگاه پاسچروگرافی در مرحلهٔ پیش‌آزمون برای تمام شرکت‌کننده‌ها در هر دو گروه در مرکز جامع توان‌بخشی هلال‌احمر تهران انجام و ثبت شد. همچنین تمام آزمون‌های مذکور پس از اتمام هشت هفته تمرینات (مرحلهٔ پس‌آزمون) در همان مرکز برای هر دو گروه مجدداً اجرا و ثبت شد. آزمون سازماندهی حسی دارای شش وضعیت است. طبق برنامهٔ[1] تعریف‌شده، در هریک از این وضعیت‌ها، آزمون سه مرتبه انجام می‌گیرد و میانگین حاصل از این سه بار به‌عنوان شاخص کنترل راستای قامت برای آن وضعیت در نظر گرفته می‌شود. در آزمون سازماندهی حسی، صفحه‌های نیرو در سه وضعیت اول ثابت است و در سه وضعیت دیگر درجهت‌های قدامی و خلفی حرکت می‌کند .افراد با پای برهنه روی دستگاه پاسچروگرافی قرار می‌گیرند و هر خرده‌آزمون را که بیست ثانیه به طول می‌انجامد، با فواصل استراحتی یکسان و دقیق به تعداد سه بار تلاش تعریف‌شده برای هر وضعیت دستگاه، انجام می‌دهند (درمجموع هیجده تلاش). تمام آزمون‌ها در ساعات مشخص ۲تا۵ بعدازظهر طبق برنامه در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون اجرا شد.

ـ کنزیوتیپ پای شرکت‌کنندگان به این ترتیب انجام گرفت که نوار[2] براساس پای هر فرد (فاصلهٔ قوزک خارجی تا داخلی) اندازه‌گیری شد. گوشه‌های نوار به‌شکل گرد بریده شد تا از بلندشدن از سطح پوست جلوگیری شود. پاشنه به‌حالت چرخش به خارج[3] قرار گرفت و نوار با کشش ۱۰۰درصد مطابق تصویر (شکل ۴) تا یک‌سوم میانی استخوان ساق چسبانده شد و بلافاصله شروع به راب‌کردن[4] نوار در هر دو سوی آن و تمام سطح چسب شد (۲۱).

شکل ۴. نمایی از تیپ کف پای صاف

تمرینات پژوهش حاضر برگرفته از تحقیق اس سیواخاندیران بود. برنامهٔ تمرینی او روی ورزشکاران حرفه‌ای انجام شد. باتوجه به سطح آمادگی جسمانی و سن شرکت‌کننده‌ها، تعداد دوره‌های تکرار (Set) در حرکات اسکات، پرش جفت‌پا و پرش جانبی از ۵ به ۳ کاهش یافت (۲۲). شرح برنامهٔ تمرینی حرکات اصلاحی کف پای صاف در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱.پروتکل تمرینات حرکات اصلاحی کف پای صاف

هفته	روز	نوع تمرین	حجم تمرین	نام لاتین حرکات
اول	شنبه یکشنبه سه‌شنبه چهارشنبه	بالارفتن گوساله	۵ ست، ۱۰ مرتبه	Calf rises
		کشش پله	۳ ست، ۱۰ مرتبه	Step stretch
		جمع‌کردن حوله	۱۰ مرتبه	Towel curls
		حرکت گنبد	۳ ست، ۱۰ مرتبه	Doming
		باز و بسته‌کردن انگشتان		Toe spread & squeeze
دوم	تکرار	حرکت گنبد	۳ ست، ۱۰ مرتبه	
		کشش حوله (پا روی زمین)		Towel stretch
		کشش حوله (پا بالاتر از زمین حدود سی درجه)		
		راه‌رفتن روی پنجه	۲ دقیقه، ۳ ست، استراحت بین ست ۳۰ ثانیه	Tippy toe walk
		غلتاندن توپ تنیس زیر کف پا		Tennis ball exercise
		پرتاب سکه با نوک انگشتان پا		Tip-toe coin push
سوم	تکرار	حرکت گنبد	۳ ست ، ۱۰ مرتبه	
		غلتاندن بطری یخ زیر هر پا	۲ دقیقه، ۳ ست، استراحت بین ست ۳۰ ثانیه	Frozen can roll

1. Protocol
2. Tape
3. Supinate
4. Rubbing

[Downloaded from jdisabilstud.org on 2026-06-16]

		پلنتارفلکشن با باند کشی ضعیف	۵ ست، ۱۰ مرتبه	
		پرتاب سکه با نوک انگشتان پا	۲ دقیقه، ۳ ست، استراحت بین ست ۳۰ ثانیه	
		حرکت سگ سر به پایین	۵ ست، ۱۰ مرتبه	Downward facing dog
		برداشتن توپ پینگ‌پنگ با انگشتان پا	۱۰ مرتبه	
چهارم	تکرار	حرکت فوم غلتان زیر بخش خارجی ساق پا	۲ دقیقه، ۳ ست، استراحت بین ست ۳۰ ثانیه	Foam roller
		راه‌رفتن روی پنجه		
		برآمده‌کردن انگشتان پا		Toe jagging
		پرش تک‌پا		Single leg hops
		پرش تک‌تک		Double leg hops
پنجم	تکرار	کشش حولهٔ تک‌پا	۳ ست، ۲۰ مرتبه	
		برآمده‌کردن انگشتان	۳ ست، ۱۵ مرتبه	
		حرکت گنبدی		
		اسکات و تعادل روی تک‌پا	۳ ست، ۱۲ مرتبه	Single leg balance-squat
		پرش ایستاده به‌شکل طناب‌زدن	۳ ست، ۳۰ مرتبه	Standing jump
		پرش جانبی		Lateral jump
		تعادل تک‌پا	۲ دقیقه، ۳ ست، استراحت بین ست ۳۰ ثانیه	Single leg balance on forefoot
		بالا و پایین‌آمدن روی پنجه، تک‌پا	۳ ست، ۱۰ مرتبه	Eccentric heel drop
ششم	تکرار	بالارفتن گوساله	۱۰ ست، ۱۵ مرتبه	
		حرکت گنبد		
		کشش روی استپ		Step stretch
		پرش ایستادهٔ جفت‌پا (به‌شکل طناب)	۱۰ ست، ۲۰ مرتبه	
هفتم	تکرار	کشش حوله	۱۰ ست، ۲۰ مرتبه	
		راه‌رفتن روی نوک پنجه	۲ دقیقه، ۳ ست، استراحت بین ست ۳۰ ثانیه	
		گام به پهلو	۵ ست، ۳۰مرتبه	Side walk
		اسکات و تعادل تک‌پا	۳ ست، ۱۴ مرتبه	
		پرش طناب جفت‌پا	۳ ست، ۳۰ مرتبه	
		برآمده‌کردن انگشتان پا	۵ ست، ۱۰ مرتبه	
		غلتاندن توپ تنیس زیر کف پا	۱۵ مرتبه هر پا	
هشتم	تکرار	تکرار برنامهٔ هفتهٔ هفتم	تکرار برنامهٔ هفتهٔ هفتم	

در این پژوهش از میانگین و انحراف معیار برای توصیف داده‌ها و از آزمون شاپیرو–ویلک برای بررسی نرمال‌بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. سپس آزمون لون برای بررسی همگنی واریانس‌ها (از پیش‌فرض‌های لازم برای تحلیل کوواریانس)، به‌کار رفت. همچنین همسانی شیب رگرسیون ارزیابی شد. در آخر، تحلیل کوواریانس برای مقایسه‌های بین‌گروهی و آزمون تی زوجی برای مقایسه‌های درون‌گروهی به‌کار رفت. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با نرم‌افزار آماری SPSS نسخهٔ ۲۰ در سطح معناداری ۰/۰۵ صورت گرفت.

۳ یافته‌ها

میانگین و انحراف معیار متغیرهای سن، قد، وزن و شاخص تودهٔ بدنی شرکت‌کنندگان دو گروه آزمایش در جدول ۲ آورده شده است. مقایسهٔ ویژگی‌های جمعیت‌شناسی دو گروه با استفاده از آزمون تی مستقل نشان داد که اختلاف معناداری در متغیرهای مذکور بین دو گروه وجود نداشت ($p>0/05$).

جدول ۲. ویژگی‌های جمعیت‌شناسی نمونه‌ها

گروه	گروه آزمایش				مقدار (t)	مقدار p
متغیر	با تیپینگ ۱۴		بدون تیپینگ ۱۴			
تعداد شرکت‌کنندگان	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین		
سن (سال)	۰/۳۱۶	۱۶/۹۰	۰/۴۸۳	۱۶/۷۰	۱/۳۱۲	۰/۲۰۴
قد (سانتی‌متر)	۳/۷۷۷	۱۵۷/۹۰	۵/۸۱۷	۱۶۲/۳۱	۱/۹۸۲	۰/۰۵۱
وزن (کیلوگرم)	۴/۴۳۳	۵۶/۱۰	۷/۱۸۴	۵۹/۵۰	۱/۷۴۴	۰/۰۹۳
شاخص تودهٔ بدنی (BMI)	۱/۳۱۵۰	۲۲/۴۸۶	۱/۶۱۷۱	۲۲/۵۰۹	۰/۵۹۸	۰/۵۵۵

[Downloaded from jdisabilstud.org on 2026-06-16]

برای تعیین نرمال‌بودن توزیع داده‌ها و همگنی واریانس، به‌ترتیب از آزمون شاپیروویلک و آزمون لون استفاده شد. نتایج نشان داد، فرض نرمالیتی توزیع داده‌ها رد نشد ($p>۰/۰۵$). همچنین اثر متقابل گروه و مرحله در مدل خطی رگرسیون معنادار نبود ($p>۰/۰۵$)؛ ازاین‌رو فرض همسانی شیب خطوط رگرسیونی نیز رد نشد. باتوجه به برقراری پیش‌فرض‌های روش تحلیل کوواریانس، این روش برای بررسی اختلاف نمرات پس‌آزمون گروه‌های آزمایش به‌کار رفت. همچنین از آزمون تی زوجی برای بررسی تفاوت‌های درون‌گروهی استفاده شد. نتایج مقایسهٔ بین‌گروهی با آزمون تحلیل کوواریانس و درون‌گروهی با آزمون تی زوجی در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳. شاخص‌های توصیفی متغیرهای وابسته در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در دو گروه آزمایش به‌همراه نتایج روش تحلیل کوواریانس و آزمون تی زوجی

متغیر		گروه با تیپینگ		گروه بدون تیپینگ		F مقایسهٔ بین‌گروهی	مقدار p بین‌گروهی	اندازهٔ اثر جزئی (d)	توان آزمون
		انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین				
تعادل وضعیت اول	پیش‌آزمون	۲/۶۱	۹۰/۸۳	۳/۴۵	۹۱/۴۶	۳/۹۳۶	۰/۲۵۱	۰/۱۴۱	۰/۲۸
	پس‌آزمون	۵/۳۲	۸۹/۰۰	۵/۴۷	۹۱/۹				
	مقدار p درون‌گروهی	۰/۲۹۵		۰/۵۳۲					
تعادل وضعیت دوم	پیش‌آزمون	۳/۶۶	۹۰/۸۶	۲/۸	۹۲/۹۳	۴/۰۱۷	۰/۱۱۳	۰/۴۱۵	۰/۳۲
	پس‌آزمون	۵/۲	۸۶/۸	۵/۱۶	۹۲/۶۶				
	مقدار p درون‌گروهی	<۰/۰۰۱*		<۰/۰۰۱*					
تعادل وضعیت سوم	پیش‌آزمون	۵/۳۲	۸۸/۶۳	۵/۰۵	۹۰/۹	۴/۲۲۸	۰/۰۷۱	۰/۱۵۰	۰/۴۲
	پس‌آزمون	۸/۱۲	۸۶/۵۶	۶/۴۷	۹۱/۴۳				
	مقدار p درون‌گروهی	۰/۴۸۶		۰/۶۷۱					
تعادل وضعیت چهارم	پیش‌آزمون	۱۳/۶۳	۷۲/۹۳	۱۲/۳	۱۶/۰۶	۰/۶۰۹	۰/۸۶۲	۰/۰۲۵	۰/۱۳
	پس‌آزمون	۱۵/۲۴	۶۹/۵	۱۰/۹۵	۱۷/۷				
	مقدار p درون‌گروهی	۰/۵۷۹		۰/۸۶۸					
تعادل وضعیت پنجم	پیش‌آزمون	۲۰/۹۱	۵۳/۹۶	۱۵/۱۵	۴۹/۵	۳/۶۳۵	۰/۲۶۰	۰/۱۹۰	۰/۲۴
	پس‌آزمون	۱۱/۸۸	۶۰/۲	۱۴/۵۵	۶۰/۲۳				
	مقدار p درون‌گروهی	۰/۳۸۴		۰/۰۵۵					
تعادل وضعیت ششم	پیش‌آزمون	۲۲/۷۸	۴۵/۵۳	۱۳/۷۰۶	۳۱/۴۶	۳/۱۳۵	۰/۳۱۴	۰/۳۲۲	۰/۲۱
	پس‌آزمون	۱۵/۵۸	۴۵/۵۶	۱۴/۵۷	۴۷/۸۳				
	مقدار p درون‌گروهی	۰/۱۴۲		۰/۰۷۵					
نقش کف پای راست	پیش‌آزمون	۱/۸۲	۴/۵۱	۱/۰۲	۴/۱	۳/۲۲۱	۰/۲۸۱	۰/۱۵۲	۰/۲۴
	پس‌آزمون	۱/۹۵	۳/۹۲	۱/۰	۳/۴۲				
	مقدار p درون‌گروهی	<۰/۰۰۱*		<۰/۰۰۱*					
نقش کف پای چپ	پیش‌آزمون	۱/۷	۴/۳۸	۱/۰۹	۴/۰۸	۴/۱۲۵	۰/۱۲۵	۰/۱۵۰	۰/۴۴
	پس‌آزمون	۱/۸۴	۳/۸	۱/۰۳	۳/۵۲				
	مقدار p درون‌گروهی	<۰/۰۰۱*		<۰/۰۰۱*					
ارتفاع استخوان ناوی پای راست	پیش‌آزمون	۰/۸۵	۳/۱۹	۰/۵۲	۳/۵۳	۴/۱۶۵	۰/۱۳۶	۰/۳۹۹	۰/۴۱
	پس‌آزمون	۰/۷۹	۳/۷	۰/۵۲	۳/۸				
	مقدار p درون‌گروهی	<۰/۰۰۱*		<۰/۰۰۱*					
ارتفاع استخوان ناوی پای چپ	پیش‌آزمون	۰/۹۳	۳/۲۶	۰/۴۲	۳/۴۴	۳/۰۱۷	۰/۲۴۰	۰/۳۸۵	۰/۳۲
	پس‌آزمون	۰/۸۷	۳/۶۱	۰/۴۶	۳/۸۱				
	مقدار p درون‌گروهی	<۰/۰۰۱*		<۰/۰۰۱*					

*p<۰/۰۵

براساس یافته‌های جدول ۳، نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد، پس از حذف اثر نمرات پیش‌آزمون بر نمرات پس‌آزمون، بین دو گروه اختلاف معناداری در تعادل‌های اول ($p=۰/۲۵۱$)، دوم ($p=۰/۱۱۳$)، سوم ($p=۰/۰۷۱$)، چهارم ($p=۰/۸۶۲$)، پنجم ($p=۰/۲۶۰$) و ششم ($p=۰/۳۱۴$) و نقش کف پای راست ($p=۰/۲۸۱$) و نقش کف پای چپ ($p=۰/۱۲۵$) و افزایش ارتفاع استخوان ناوی راست ($p=۰/۱۳۶$) و ارتفاع استخوان ناوی چپ ($p=۰/۲۴۰$) وجود نداشت و استفاده از کنزیوتیپ نتوانست اثر تمرینات اصلاحی را تسهیل کند؛ ولی نتایج آزمون تی زوجی برای مقایسه‌های درون‌گروهی مشخص کرد، حرکات اصلاحی بر نقش کف پای راست و چپ ($p<۰/۰۰۱$)، افزایش ارتفاع استخوان ناوی پای راست و چپ ($p<۰/۰۰۱$) و تعادل ایستا با چشم بسته در وضعیت دوم ($p<۰/۰۰۱$) تأثیر معنادار داشت؛ همان‌طورکه

[Downloaded from jdisabilstud.org on 2026-06-16]

در جدول ۳ مشاهده می‌شود، اندازهٔ اثر مشاهده‌شده و توان آزمون بسیار کم است و این یافته احتمالاً ناشی‌از کم‌بودن حجم نمونه است.

۴ بحث

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثربخشی تمرینات حرکات اصلاحی با و بدون کنزیوتیپ بر تعادل و صافی کف پای دانش‌آموزان دختر ۱۵تا۱۷ سال انجام شد. تحقیقات بسیاری در زمینهٔ تمرینات اصلاحی، تعادل و کف پای صاف صورت گرفته است. بیشتر پژوهش‌ها توسط آزمون ستاره (۲۳) و بایودکس (۲۶ـ۲۴) انجام شده است. پژوهشی مشابه با مطالعهٔ حاضر که تعادل را با استفاده از دستگاه پاسچروگرافی بسنجد، یافت نشد. تفاوت‌هایی که این سنجش در وضعیت چشم باز و بسته در تعادل ایستا و پویا با دست‌کاری سیستم‌های حسی درگیر در کنترل راستای قامت در ثبت اطلاعات عرضه می‌کند، بسیار دقیق است؛ ولی شرایط مقایسه با تحقیق‌های مشابه فراهم نشد؛ بنابراین به بررسی و مقایسهٔ نتایج و شرایط گوناگون پژوهش‌های مشابه در بخش‌های متعدد و مقایسهٔ همسویی و ناهمسویی پرداخته می‌شود.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد، حرکات اصلاحی بر نقش کف پای راست و چپ، افزایش ارتفاع استخوان ناوی پای راست و چپ و تعادل ایستا با چشم بسته در وضعیت دوم تأثیر معنادار داشت. نتایج به‌دست‌آمده از مطالعهٔ حاضر با نتایج پژوهش سیواخاندیران و کومار همسوست. آن‌ها با ارائهٔ برنامهٔ تمرینی طی دوازده هفته برای ورزشکاران حرفه‌ای دچار کف پای صاف به سطح معناداری رسیدند و درمقایسه با پیش‌آزمون، ارتفاع قوس طولی کف پا و استخوان ناوی بهبود یافت. تمرینات هفته‌ای پنج جلسه اجرا شد و نتایج حاکی‌از رفع کامل صافی کف پا بود (۲۲). همچنین همسو با نتایج پژوهش حاضر، فکور رشید و دانشمندی در پژوهشی به بررسی اثر شش‌هفته‌ای برنامه‌ای اصلاحی بر بهبود کف پای صاف و تعادل ایستای پسران ۱۰تا۱۲ سال بر ۳۵ نمونهٔ گروه تجربی و ۱۵ نمونهٔ بدون عارضهٔ کف پای صاف در گروه گواه پرداختند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که شش هفته تمرینات اصلاحی به‌طور معناداری ارتفاع قوس طولی کف پا و تعادل ایستا را بهبود می‌بخشد (۲۴). در کف پای صاف منعطف، پا از حالت طبیعی خود خارج می‌شود، قوس پا کاهش پیدا می‌کند و تا درجات متفاوتی باعث نیمه‌دررفتگی استخوان‌های میانی کف پا می‌شود؛ درحالی‌که لیگامان‌ها و کپسول مفصلی دچار کشش می‌شود. در پای بیش‌ازحد چرخش‌یافته به داخل[1]، نقص لیگامان‌ها و مفصل پای آسیب‌دیده می‌تواند مکانیزم حس عمقی مفصل را که منجربه تغییرات موضعی در الگوی حرکت می‌شود، مختل کند و ممکن است بر توانایی شخص در پاسخ مؤثر بر اختلالات اثرگذار باشد (۴).

یکی دیگر از نتایج تحقیق حاضر این بود که استفاده یا عدم استفاده از کینزیوتیپ تأثیری معنادار بر تعادل پویا نداشت. لیستیورینی و همکاران مطالعه‌ای با عنوان «تأثیرپذیری تعادل پویا: مقایسهٔ بین قدرت عضلات پا با و بدون استفاده از باند الاستیکی در کودکان ۸ تا۱۲ سال دارای کف پای صاف منعطف» انجام دادند (۲۳) که نتایج تحقیق آن‌ها با نتایج پژوهش حاضر ناهمسوست. لیستیورینی و همکاران عنوان کردند، تعادل پویا در گروه آزمایش در طول شش هفته انجام تمرینات حرکات اصلاحی درمقایسه با گروه گواه به‌طور معناداری بهتر بود و تمرینات با باند الاستیکی مؤثر بوده است (۲۳). از علل ناهمسویی در بهبود تعادل، می‌توان به تفاوت در دقت اندازه‌گیری و سنجش تعادل اشاره کرد؛ چراکه آزمون تعادل ستاره، نوع لغزش و جابه‌جایی‌های مرکز ثقل را بدون تغییر مکانی کف پا در امتیازدهی لحاظ نمی‌کند. در پژوهش الشامی و قیت، تأثیرات کف پای صاف منعطف بر ثبات راستای قامت و تعادل پویا در دختران نوجوان با سیستم بایودکس در سطح شش و هشت سنجیده شد. گروه آزمایش پانزده نفر با کف پای صاف منعطف و گروه گواه پانزده نفر با کف پای طبیعی و سالم بودند. نتایج حاکی‌از کاهش کنترل راستای قامت و تعادل پویای گروه آزمون درمقایسه با گروه گواه بود (۲۵). چرخش بیش‌ازحد کف پا به داخل (پرونیت) که منتج به صافی قوس طولی میانی پا می‌شود، نیاز بیشتری را در سیستم عصبی‌عضلانی برای ثبات پا و تقویت راستای قامت مناسب که ناشی‌از اجرای ضعیف تعادل بوده، ایجاد می‌کند (۴).

باتوجه به اینکه پا بخشی از زنجیرهٔ اندام تحتانی محسوب می‌شود و نمایانگر نسبی پایهٔ کوچک حمایت روی اندامی است که تعادل بدن را نگه می‌دارد، مستدل به‌نظر می‌رسد که حتی جایگزین جزئی بیومکانیکی در سطح حمایتی ممکن است بر استراتژی‌های کنترل راستای قامت تأثیرگذار باشد (۲۷). تی‌سای و همکاران نیز بیان کردند، نمونه‌های دارای کف پای صاف، کنترل وضعیتی ضعیف‌تری درمقایسه با نمونه‌های پای طبیعی دارند. این امر ممکن است درنتیجهٔ ثبات کاهش‌یافته در مفاصل پا[2] باشد (۱۱). گادا محمد کورا و همکاران در پژوهشی به بررسی اثربخشی پای پرونیشن بر ثبات راستای قامتی، روی چهل شرکت‌کنندهٔ مرد و زن در دامنهٔ سنی ۲۲تا۲۵ سال در دو گروه با کف پای صاف و با کف پای نرمال از طریق ارزیابی بایودکس پرداختند. نتایج مشخص کرد، افراد دارای کف پای صاف درمقایسه با افراد دارای پای طبیعی، تعادل پویای کمتری دارند (۲۶)؛ بنابراین مقایسهٔ افراد با کف پای صاف و افراد با کف پای نرمال در سنجش تعادل ایستا و پویا به نتایج متفاوت منجر می‌شود. از دیگر علل تفاوت می‌توان به نوع ارزیابی تعادل اشاره کرد. چائو و جیانگ ثبات قامتی را در مدت وضعیت قائم‌ایستادن میان افراد دارای کف پای صاف و افراد دارای کف پای طبیعی، براساس اندازه‌گیری مرکز فشار (COP)[3] در تعادل ایستا در وضعیت چشم بسته و باز، توسط صفحهٔ نیرو[4] و اندازه‌گیری مرکز فشار ارزیابی کردند. آن‌ها تفاوت معناداری را در مقایسهٔ دو وضعیت چشم باز و بسته در تعادل ایستا مشاهده کردند. آن‌ها خاطرنشان کردند که برای بررسی تعادل باید هر دو وضعیت چشم باز و بسته مدنظر قرار گیرد (۲۸)؛ بنابراین در مطالعهٔ آن‌ها بررسی تفاوت بین افراد دارای پای صاف و افراد با کف پای طبیعی در حذف سیستم بینایی در بررسی تعادل لحاظ شد.

هولمز و همکاران در پژوهش خود از تیپ‌های کم‌رنگ تغییریافته برای اصلاح غیرهمترازی مفصل ساب‌تالار در پای پرونیت استفاده کردند

[1]. Pronated
[2]. Foot
[3]. Center of pressure
[4]. Force plate

[Downloaded from jdisabilstud.org on 2026-06-16]

و گزارشی درخصوص اصلاح درخورتوجه مفصل ساب‌تالار ارائه دادند (۲۹). شیلدز و همکاران تأثیر تیپینگ الاستیکی بر کنترل قامت در افراد دارای مچ پای سالم و ناپایداری را بررسی کردند. ارزیابی کنترل قامت قبل از استفاده از نوار، بلافاصله پس از استفاده از نوار، ۲۴ ساعت پس از استفاده از نوار و بلافاصله پس از برداشتن نوار انجام شد. مطالعهٔ آن‌ها نیز نتوانست تأثیرات مثبت قاطع مرتبطی را پس از استفاده از تیپینگ در مچ پا نشان دهد (۱۳). همچنین مفصل مچ پا ازطریق یک‌سری حمایت‌کننده‌های دیگر شامل مقاومت غیرفعال لیگامنت‌ها در ترکیب با مقاومت فعال عضلات و تاندون‌ها محافظت می‌شود (۳۰). لووکوسوآرز و همکاران در بررسی اثر کنزیوتیپ بر کف پای صاف طی ۲۴ ساعت گزارش کردند، تأثیر معناداری در اثربخشی استفادهٔ ۲۴ ساعتهٔ کنزیوتیپ مشاهده نشد؛ ازین‌رو آن‌ها استفادهٔ مستمر از کنزیوتیپ را در مطالعه‌ای مشابه پیشنهاد کردند (۲۱). در پژوهش حاضر براساس پیشنهادهای پژوهش‌های قبل، روش چسباندن کنزیوتیپ در طی ۳۲ جلسه مداخله اجرا شد، ولی بین دو گروه با و بدون تیپ تأثیر معناداری بر صافی کف پا و تعادل مشاهده نشد.

محدودیت‌های تحقیق حاضر این بود که حجم نمونه کم بود، شرکت‌کنندگان صرفاً دختر بودند و طول دورهٔ مداخله هشت هفته بود؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود، در آینده پژوهش‌های بیشتری با شرکت‌کنندگان بیشتر در گروه‌های سنی مختلف و شرکت‌کننده‌های مرد و همچنین افزایش هفته‌های تمرین انجام شود.

۵ نتیجه‌گیری

در این پژوهش، طبق یافته‌های درون‌گروهی، تمرینات اصلاحی علاوه‌بر بهبود عارضهٔ کف پای صاف دانش‌آموزان دختر می‌تواند بر تعادل ایستا در وضعیت چشم بسته نیز اثرگذار باشد که می‌توان به افزایش قوس‌های داخلی کف پا و ارتفاع استخوان ناوی اشاره کرد؛ اما بر تعادل ایستا در دو وضعیت چشم باز و وضعیت به‌هم‌ریختگی آرایه‌های بینایی و تعادل پویا در هر سه وضعیت چشم باز، چشم بسته و به‌هم‌ریختگی آرایه‌های بینایی اثرگذار نیست. همچنین براساس نتایج پژوهش، استفاده از کنزیوتیپ نتوانسته است اثر تمرینات اصلاحی را تسهیل کند؛ ازاین‌رو برای بهبود عارضهٔ کف پای صاف و همچنین بهبود تعادل ایستا در وضعیت چشم بسته این برنامهٔ تمرینی مفید است و پیشنهاد می‌شود.

۶ تشکر و قدردانی

از تمامی شرکت‌کنندگان، والدین گرامی، مسئولان مرکز جامع توان‌بخشی هلال‌احمر تهران، مسئولان ادارهٔ کل آموزش‌وپرورش تهران، مدیریت و کادر آموزشی دبیرستان حاجیه ساعد منطقهٔ شانزده که در انجام این پژوهش ما را یاری کردند، تشکر و قدردانی می‌شود. همچنین از خانم دکتر عاطفه طالبی عضو هیئت‌علمی دانشگاه علوم‌پزشکی ایران برای انجام محاسبات آماری، سپاسگزاری می‌شود.

۷ بیانیه‌ها

تأییدیهٔ اخلاقی و رضایت‌نامه از شرکت‌کنندگان

برای انجام این پژوهش رضایت‌نامهٔ کتبی از شرکت‌کنندگان و والدین آن‌ها دریافت شد.

رضایت برای انتشار

این امر غیر قابل اجرا است.

در دسترس بودن داده‌ها و مواد

اطلاعات مربوط به تجزیه‌وتحلیل داده‌ها نزد محقق به آدرس ایمیل ela.zarean@gmail.com محفوظ است.

تضاد منافع

این مقاله برگرفته از پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد رشتهٔ تربیت‌بدنی گرایش حرکات اصلاحی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شرق است. نویسندگان اعلام می‌کنند هیچ‌گونه تضاد منافعی ندارند.

منابع مالی

تمامی منابع مالی این تحقیق توسط نویسندهٔ اول تأمین شده است.

مشارکت نویسندگان

نویسندهٔ اول جمع‌آوری داده‌ها و نوشتن مقاله را انجام داد. نویسندهٔ دوم استاد راهنمای پروژه بود و مقاله را در تمام بخش‌ها بررسی و تأیید کرد. نویسندهٔ سوم استاد مشاور بود و راهنمایی‌های لازم را در بخش مقدمه انجام داد.

References

1. Hertel J, Gay MR, Denegar CR. Differences in postural control during single-leg stance among healthy individuals with different foot types. J Athl Train. 2002;37(2):129–32.
2. Morley JB, Decker LM, Dierks T, Blanke D, French JA, Stergiou N. Effects of varying amounts of pronation on the mediolateral ground reaction forces during barefoot versus shod running. J Appl Biomech. 2010;26(2):205–14. https://doi.org/10.1123/jab.26.2.205
3. Hintermann B, Nigg BM. Pronation in runners: implications for injuries. Sports Medicine. 1998;26(3):169–76. https://doi.org/10.2165/00007256-199826030-00003
4. 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.
5. García-Rodríguez A, Martín-Jiménez F, Carnero-Varo M, Gómez-Gracia E, Gómez-Aracena J, Fernández-Crehuet J. Flexible flat feet in children: a real problem? Pediatrics. 1999;103(6):84. https://doi.org/10.1542/peds.103.6.e84
6. 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. International Medical Journal. 2020;25(2):.485–94.
7. Aydog ST. Relation between foot arch index and ankle strength in elite gymnasts: a preliminary study. Br J Sports Med. 2005;39(3):e13. http://dx.doi.org/10.1136/bjsm.2004.011627
8. Karatas L, Vuralli D, Günendi Z. The effect of medial longitudinal arch height and medial longitudinal arch support insoles on postural balance in perimenopausal women. Turk J Med Sci. 2019;49(3):755–60. https://dx.doi.org/10.3906/sag-1808-39

[Downloaded from jdisabilstud.org on 2026-06-16]

9. Levinger P, Murley GS, Barton CJ, Cotchett MP, McSweeney SR, Menz HB. A comparison of foot kinematics in people with normal- and flat-arched feet using the Oxford Foot Model. Gait & Posture. 2010;32(4):519–23. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.07.013
10. Charrette M. Foot pronation and posture. Dynamic Chiropractic. 2004;22(22).
11. Tsai LC, 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. https://doi.org/10.2519/jospt.2006.2336
12. Lanza IR, Russ DW, Kent-Braun JA. Age-related enhancement of fatigue resistance is evident in men during both isometric and dynamic tasks. J Appl Physiol. 2004;97(3):967–75. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.01351.2003
13. Shields CA, Needle AR, Rose WC, Swanik CB, Kaminski TW. Effect of elastic taping on postural control deficits in subjects with healthy ankles, copers, and individuals with functional ankle instability. Foot Ankle Int. 2013;34(10):1427–35. https://doi.org/10.1177/1071100713491076
14. Yoshida A, Kahanov L. The effect of kinesio taping on lower trunk range of motions. Res Sports Med. 2007;15(2):103–12. https://doi.org/10.1080/15438620701405206
15. Chang Y, Wu H, Hung W, Chiu Y. Effect of ankle taping on standing balance in the individuals with functional ankle instability. In: 28 International Conference on Biomechanics in Sports [Internet]. Marquette, Michigan, USA; 2010.
16. Mathieson I, Upton D, Prior TD. Examining the validity of selected measures of foot type. J Am Podiatr Med Assoc. 2004;94(3):275–81. https://doi.org/10.7547/0940275
17. Staheli LT, Chew DE, Corbett M. The longitudinal arch. a survey of eight hundred and eighty-two feet in normal children and adults. J Bone Joint Surg Am. 1987;69(3):426–8.
18. 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.
19. Menz HB, Munteanu SE. Validity of 3 clinical techniques for the measurement of static foot posture in older people. J Orthop Sports Phys Ther. 2005;35(8):479–86. https://doi.org/10.2519/jospt.2005.35.8.479
20. Rashidzadeh P, Mousavi Sadati SK. Cerebellar transcranial direct current stimulation on kinetic variables of postural control and balance of elderly people. Middle Eastern Journal of Disability Studies. 2019;9:119. [Persian] http://jdisabilstud.org/article-1-1239-en.html
21. Luque-Suarez A, Gijon-Nogueron G, Baron-Lopez FJ, Labajos-Manzanares MT, Hush J, Hancock MJ. Effects of kinesiotaping on foot posture in participants with pronated foot: a quasi-randomised, double-blind study. Physiotherapy. 2014;100(1):36–40. https://doi.org/10.1016/j.physio.2013.04.005
22. Sivachandiran S, Kumar GV. Effect of corrective exercises programme among athletes with flat feet on foot alignment factors. International Journal of Pysical Education, Sports and Health. 2016;3(6):193–6.
23. Listyorini I, Shanti M, Prabowo T. Effectiveness in dynamic balance: a comparison between foot muscle strengthening using elastic band and without elastic band in children aged 8–12 with flexible flatfeet. International Journal of Integrated Health Sciences. 2015;3(1):26–32. https://doi.org/10.15850/ijihs.v3n1.404
24. Fakoor Rashid H, Daneshmandi H. The effects of a 6 weeks corrective exercise program on improving flat foot and static balance in boys. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport. 2014;1(2):52–66. [Persian] https://jpsbs.birjand.ac.ir/article_37.html?lang=en
25. El-Shamy FF, Ghait AS. Effect of flexible pes planus on postural stability in adolescent females. International Journal of Science and Research(IJSR). 2014;3(7):653–6.
26. Koura GM, Elimy DA, Hamada HA, Fawaz HE, Elgendy MH, Saab IM. Impact of foot pronation on postural stability: an observational study. J Back Musculoskelet Rehabil. 2017;30(6):1327–32. https://doi.org/10.3233/bmr-170886
27. Moon D, Kim K, Lee S. Immediate effect of short-foot exercise on dynamic balance of subjects with excessively pronated feet. J Phys Ther Sci. 2014;26(1):117–9. https://doi.org/10.1589/jpts.26.117
28. Chao TC, Jiang B. A comparison of postural stability during upright standing between normal and flatfooted individuals, based on COP-Based Measures. Entropy. 2017;19(2):76. https://doi.org/10.3390/e19020076
29. Holmes CF, Wilcox D, Fletcher JP. Effect of a modified, low-dye medial longitudinal arch taping procedure on the subtalar joint neutral position before and after light exercise. J Orthop Sports Phys Ther. 2002;32(5):194–201. https://doi.org/10.2519/jospt.2002.32.5.194
30. Yoon KS, Park SD. The effects of ankle mobilization and active stretching on the difference of weight-bearing distribution, low back pain and flexibility in pronated-foots subjects. J Exer Rehabil. 2013;9(2):292–7. https://dx.doi.org/10.12965/jer.130013

[Downloaded from jdisabilstud.org on 2026-06-16]