

## **The Effect of Strengthening Intrinsic Muscles by Short-Foot Method on Pressure Distribution, Arch Width, and Plantar Indices of Students with Flat Feet<sup>1</sup>**

**Mohammad Mashahdi**

Ph.D., Sports pathology and corrective exercises, Farhangian University, Qom, Iran.  
md.mashhadi@gmail.com

### **Abstract**

The purpose of the present research is to study the effect of strengthening intrinsic foot muscles by short-foot method on pressure distribution, arch width, and plantar indices of students with flat feet. To this aim, ۲۴ students suffering from subtalar joint hyperpronation (mean and standard deviation of age: ۱۲,۳±۱,۶, mean and standard deviation of weight: ۴۱,۰۳±۱۴,۰۱, mean and standard deviation of height: ۱۴۷,۰±۱۹,۷۴) were divided into two ۱۲-member groups. The exercise group practiced short-foot exercises for ۱۰ weeks to strengthen their intrinsic foot muscles. Staheli & Chippaux-Smirak index, arch width, and pressure distribution percentage on the Medial Longitudinal Arch were obtained from ۲ groups before and after exercises by a foot scanner. Data analysis results showed that in the exercise group, all indexes of Staheli ( $p < ۰,۰۰۱$ ), Chippaux-Smirak ( $p = ۰,۰۰۱$ ), arch width ( $p < ۰,۰۰۱$ ), and weight distribution percentage on Medial Longitudinal Arch ( $p < ۰,۰۰۱$ ) of both feet significantly improved while there was no change in the control group ( $p > ۰,۰۰۵$ ). The above results show that short-foot exercising as a new method for strengthening intrinsic muscles of the feet are effective in enhancing the arch width and can improve arch indexes too. Therefore, this type of exercise is advised to improve the condition of the foot arch in those who have flat feet.

**Keywords:** Plantar Intrinsic Muscles, Flat Feet, Short Foot, Plantar Arch, Corrective Exercise, Students.

---

<sup>1</sup> Received: ۲۰۲۲/۰۴/۰۶ ; Revised: ۲۰۲۲/۰۵/۱۱ ; Accepted: ۲۰۲۲/۰۷/۱۷ ; Published online: ۲۰۲۲/۰۹/۲۳

**Article type:** Research Article

**Publisher:** Qom Islamic Azad University

© the authors



## تأثیر تقویت عضلات درونی کف پا به روش شورت فوت بر توزیع فشار، پهنای قوس و شاخص‌های کف پای دانش‌آموزان دارای کف پای صاف<sup>۱</sup>

محمد مشهدی

دکتری، آسیب‌شناسی ورزشی و تمرینات اصلاحی، دانشگاه فرهنگیان، قم، ایران. md.mashhadi@gmail.com

### چکیده

هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر تقویت عضلات درونی کف پا به روش شورت فوت بر توزیع فشار، پهنای قوس و شاخص‌های کف پای دانش‌آموزان دارای کف پای صاف بود. به این منظور ۲۴ دانش‌آموز مبتلا به هایپرپرونیشن مفصل سابتالار (میانگین و انحراف استاندارد سن:  $12/3 \pm 16/64$ ، میانگین و انحراف استاندارد وزن:  $41/53 \pm 14/01$  و میانگین و انحراف استاندارد قد:  $147/5 \pm 19/74$ ) به دو گروه ۱۲ نفره تقسیم شدند. گروه تمرینی به مدت ۱۰ هفته تمرین شورت فوت را با هدف تقویت عضلات درونی کف پا انجام دادند. شاخص‌های استاهلی و چپاکس-اسمیرک، پهنای قوس و درصد توزیع فشار روی قوس طولی داخلی پیش و پس از دوره تمرینی توسط فوت اسکنر از دو گروه بدست آمد. نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که در گروه تمرین، تمامی شاخص‌های استاهلی ( $p < 0/001$ )، چپاکس-اسمیراک ( $p = 0/001$ )، پهنای قوس ( $p < 0/001$ ) و درصد توزیع وزن، روی قوس طولی داخلی ( $p < 0/001$ ) در هر دو پا، بهبود معناداری داشته است؛ اما در گروه کنترل این‌گونه نبوده است ( $p > 0/05$ ). این نتایج نشان می‌دهد که تمرین شورت فوت به عنوان روشی نوین در تقویت عضلات درونی پا، در افزایش پهنای قوس موثر بوده و شاخص‌های قوس را بهبود می‌بخشد. بنابراین، این تمرین برای بهبود وضعیت قوس پا در افرادی که دارای کف پای صاف هستند، توصیه می‌شود.

**کلیدواژه‌ها:** عضلات درونی پا، کف پای صاف، شورت فوت، قوس کف پا، تمرینات اصلاحی، دانش‌آموزان.

<sup>۱</sup> تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۱۵؛ تاریخ اصلاح: ۱۴۰۱/۰۲/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۲۶؛ تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۱/۰۷/۰۱

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد قم

© نویسندگان.



## مقدمه

یکی از موضوعات مورد بحث در زمینه قلمرو ارتوپدی کودکان، تغییرات ظاهری پاهاست. پای انسان، با توجه به قوس‌های آن، دارای یک ساختار پرونیشن-سوپینیشن<sup>۱</sup> است و می‌تواند از طریق حرکت مفصل، بر روی حس عمقی مفاصل تأثیر گذارد و ناحیه تماس و استراتژی عضلانی را برای حفظ پایداری تغییر دهد (مون<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۴). تغییر شکل به کف پای صاف هنگامی ایجاد می‌شود، که قوس طولی داخلی از بین رفته باشد؛ زیرا قوس به قدری ناپایدار شده است، که نمی‌توان آن را حفظ کرد. در نتیجه باعث می‌شود که پاها در مقایسه با پاهای نرمال، بیش از حد صاف باشد؛ به طوری که با وارد شدن وزن بار، پاشنه به سمت داخل حرکت می‌کند تا فضای قوس مدیال را بپوشاند (فلمیستر<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۷؛ کورپلایین<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۱).

در مواردی کف پای صاف، باعث بی‌ثباتی و آسیب به اندام تحتانی می‌شود که نتیجه آن، هایپرموبیلیتی<sup>۵</sup> و بی‌ثباتی غیر فعال است (مون و همکاران، ۲۰۱۴). از طرفی برای حفظ ثبات و تعادل، کنترل عصبی به وسیله سیستم عصبی عضلانی لازم است. بنابراین، در حالی که پا از وزن بدن حمایت می‌کند، بی‌ثباتی ناشی از پای صاف می‌تواند مشکلات پاتومکانیکی<sup>۶</sup> و همچنین یک واکنش جبرانی در زنجیره حرکتی بسته اندام تحتانی ایجاد کند (سالوسکا<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۱۶). هنگامی که قوس طولی داخلی افت داشته، یا به طور کامل از بین رفته باشد، منجر به تغییر شکل ساختاری یا عملکردی می‌شود؛ در نتیجه، توانایی جذب اثرات کاهش می‌یابد و حس تعادل از بین می‌رود؛ به طوری که در طول راه رفتن یا دویدن، ثبات به علت مشکلات راه رفتن و کاهش استقامت، کاهش می‌یابد (ابوعایشه و همکاران، ۲۰۰۱؛ سیتاکر<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۱۱).

پاهای صاف دارای پرونیشن بیش از حد مفصل سابتالار<sup>۹</sup> هستند. کرنوزک<sup>۱۰</sup> و همکاران (۱۹۹۰) گزارش کرده‌اند که فرد مبتلا به صافی کف پا نسبت به افراد با قوس زیاد، به طور قابل توجهی پرونیشن بیش‌تری در حالت سکون دارند. پرونیشن بیش از حد منتقل شده به چرخش داخلی تیبیا<sup>۱۱</sup> ممکن است، موجب اضافه بار مفصل زانو شود و باعث تغییرات دیگر در قسمت انتهایی اندام پایین شود (ننگ<sup>۱۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۹). مطالعات متعددی وجود دارد که رابطه بین پرونیشن بیش از حد پا و افزایش خطر آسیب حاد، یا آسیب استرین<sup>۱۳</sup> تکراری را بیان می‌کند (کوزینک و سارابون، ۲۰۱۷)<sup>۱۴</sup>. عضلات اینترینسیک<sup>۱۵</sup> یا درونی کف پا، نقش مهمی در حمایت از قوس میانی مفاصل بازی می‌کنند؛ این عضلات، پایداری پا و انعطاف‌پذیری را برای جذب شوک فراهم می‌کنند و بر روی دامنه پرونیشن پا نیز

<sup>۱</sup> - Pronation- Supination

<sup>۲</sup> - Moon

<sup>۳</sup> - Flemister

<sup>۴</sup> - Korpelainen

<sup>۵</sup> - Hypermobility

<sup>۶</sup> - Pathomechanical

<sup>۷</sup> - Sulowska

<sup>۸</sup> - Citaker

<sup>۹</sup> - Subtalar

<sup>۱۰</sup> - Kernozek

<sup>۱۱</sup> - Tibia

<sup>۱۲</sup> - Nigg

<sup>۱۳</sup> - Strain

<sup>۱۴</sup> - Kozinc & Sarabon

<sup>۱۵</sup> - Interinsic

تأثیر می‌گذارند (فربر<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۹). مطالعات قبلی نشان داد که تحریک کف پا می‌تواند، حس حرکت و وضعیت را برای حفظ موقعیت مناسب بهبود بخشد (کیم<sup>۲</sup> و کیم، ۲۰۱۶).

تمرینات حسی - حرکتی، بازخورد حس عمقی را برای فعال کردن عضلات، فراهم می‌کنند. این تمرینات در کف پا، عضلات اینترنسیک را که برای شکل‌گیری و حفظ قوس طولی داخلی و تعادل بدن هم هستند را فراهم می‌کنند. فیولکوسکی<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۳) گزارش دادند، که تمرینات تحریک حسی برای افراد دارای کف پای صاف، در ایجاد و حمایت از قوس، مفید بوده است. در همین راستا، تکنیک‌های تمرینی مختلفی برای بهبود وضعیت پا معرفی و ارائه شده است. در بین این تمرینات، روش خم کردن انگشتان یا جمع کردن حوله، معمولاً رواج بیشتری داشته است (سایکی<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۵). اخیراً یک روش تمرینی معروف به شورت‌فوت<sup>۵</sup> یا گنبدی در بین درمانگران رواج یافته است. همانطور که از نام آن مشخص است، این تمرین عضلات اینترنسیک کف پا را با ایجاد یک قوس گنبدی فعال و درگیر می‌کند (مک کین، ۲۰۱۵).

تمرینات حسی - حرکتی مثل شورت‌فوت می‌تواند، حس عمقی و تعادل بدن را بهبود بخشد. به نظر می‌رسد، این تکنیک‌های حسی - حرکتی، عضلات اینترنسیک کف پا را فعال و قوس را نیز حمایت می‌کنند. شورت‌فوت توسط ولادیمیر جلدنا<sup>۶</sup> به عنوان پاسچری<sup>۷</sup> از پا توصیف شد که در آن، قوس‌های داخلی و طولی برای بهبود موقعیت بیومکانیکی پا به سمت بالا کشیده می‌شوند. در این پاسچر، طول پا نسبتاً کوتاه می‌شود. تمرین شورت‌فوت با نمایش غیرفعال، توسط درمانگر آموزش داده می‌شود و سپس به طور فعال، توسط بیمار انجام می‌گردد. هدف از تمرین شورت‌فوت، کوتاه کردن پا از طریق فعال کردن عضلات درونی کف پا در یک روش تونیک است. به ویژه یک فعالیت مداوم کم سطح که برای افزایش حساسیت‌آور و قرار دادن پا در یک موقعیت طبیعی‌تر با پرونیشن کم‌تر (که در آن قوس‌های طولی و عرضی به طور فعال حمایت می‌شوند) مورد نظر است. شورت‌فوت بایستی محکم باشد؛ اما ثابت یا خشک نباشد (مشهدی، ۲۰۱۷).

تمرینات حسی - حرکتی عملکرد روزانه و نتایج حاصل از آزمون‌های عملکردی را بهبود می‌بخشد (دروس و هرتل<sup>۸</sup>، ۲۰۰۹). تمرینات حسی - حرکتی بر شاخص پاسچر پا و حرکات عملکردی ورزشکاران نیز تأثیر دارد (سالوسکا و همکاران، ۲۰۱۶). همچنین افت قوس پا، افت استخوان ناوی<sup>۹</sup> را بهبود می‌بخشد (مولیگان و کوک، ۲۰۱۳<sup>۱۰</sup>).

تمرین شورت‌فوت اولین گام برای تمرینات حسی - حرکتی است که می‌تواند، حس عمقی و ثبات پاسچرال<sup>۱۱</sup> را بهبود بخشد (میگنوگنا و همکاران، ۲۰۱۶؛ مشهدی، ۲۰۱۷). تمرین شورت‌فوت به طور معناداری مرکز فشار مدیولترال<sup>۱۲</sup> را در حین آزمون‌های تعادل داینامیک کاهش می‌دهد (لین<sup>۱۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۲). کیم و کیم<sup>۱۴</sup> (۲۰۱۶) به

<sup>۱</sup> - Ferber

<sup>۲</sup> - Kim

<sup>۳</sup> - Fiolkowski

<sup>۴</sup> - Saeki

<sup>۵</sup> - Short foot

<sup>۶</sup> - Vladimir Janda

<sup>۷</sup> - Posture

<sup>۸</sup> - Drewes & Hertel

<sup>۹</sup> - Navicular bone

<sup>۱۰</sup> - Mulligan & Cook

<sup>۱۱</sup> - Postural stability

<sup>۱۲</sup> - Mediolateral Centre of Pressure

<sup>۱۳</sup> - Lynn

<sup>۱۴</sup> - Kim & kim

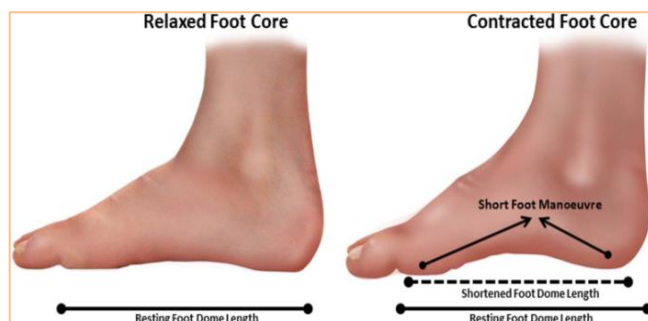
بررسی اثرات تمرین شورت فوت و کفی‌های حمایتی بر روی بهبود قوس طولی داخلی و تعادل پویای بیماران دارای صافی کف پای وضعیتی پرداختند. نتایج نشان داد که تمرینات شورت فوت، اثربخشی بیشتری نسبت به کفی حمایتی در بهبود قوس طولی داخلی و توانایی تعادل پویا دارند.

اگرچه مطالعات مختلفی درباره تأثیر تمرینات، کفی‌ها و موارد ارتودیک<sup>۱</sup> انجام پذیرفته، اما به نظر می‌رسد، مطالعات چندانی در مورد تأثیر تمرینات عضلات درونی با روش شورت فوت بر وضعیت، راستا و عملکرد افراد دارای کف پای صاف انجام نشده است. نتایج حاصل از این تحقیق می‌تواند در کلینیک‌های پزشکی ورزشی، فیزیوتراپی، مراکز حرکات اصلاحی و باشگاه‌های ورزشی به عنوان روشی نوین در اصلاح مشکلات ناشی از صافی کف پا، مؤثر باشد. بنابراین، هدف مطالعه حاضر، تعیین تأثیر تقویت عضلات درونی کف پا به روش شورت فوت بر توزیع فشار، پهنای قوس و شاخص‌های کف پای دانش‌آموزان دارای کف پای صاف بود.

### روش تحقیق

جامعه آزمودنی‌های تحقیق شامل دانش‌آموزان مبتلا به کف پای صاف استان قم است. نمونه‌ها از بین ۳۷۲ دانش‌آموز مراجعه کننده به مرکز سنجش قامت و حرکات اصلاحی آموزش و پرورش که کف پای صاف داشتند به صورت هدفمند در دسترس انتخاب شدند. از بین این افراد کسانی که تمایل به شرکت در این تحقیق داشتند به دو گروه کنترل و تمرین تقسیم شدند. گروه تمرین به صورت ۳ جلسه در هفته به مدت ۶۰ دقیقه و در طول ۱۰ هفته به تمرین پرداختند. پروتکل تمرین به صورت ایزومتریک وضعیتی<sup>۲</sup>، در وضعیت‌های شورت فوت نشسته، شورت فوت ایستاده (تحمل وزن) و شورت فوت روی بوسوبال<sup>۳</sup> (دارای قابلیت ارتجاعی) انجام شد.

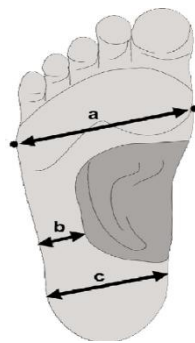
آموزش شورت فوت با نشستن دانش‌آموز شروع می‌شد، او کف پای خود را روی زمین می‌گذاشت، زانو تقریباً ۸۰ درجه خم می‌شد. درمانگر پاشنه را با یک دست گرفته و با دست دیگر روی پا را طوری می‌گرفت که پا و قوس‌های آن در کنترل باشند (پیچ<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۰). درمانگر به آرامی دست رویی را به سمت دستی که بی‌حرکت پشت پاشنه قرار دارد، نزدیک می‌کند و در نتیجه، سر استخوان‌های متاتارسال<sup>۵</sup> به سمت پاشنه نزدیک می‌شود.



تصویر ۱- مانور تمرین شورت فوت

<sup>۱</sup> - Orthotics  
<sup>۲</sup> - Positional Isometric  
<sup>۳</sup> - Bosu ball  
<sup>۴</sup> - Page  
<sup>۵</sup> - Metatars

درمانگر این موقعیت را برای چند ثانیه نگاه می‌داشت؛ تا اینکه اطمینان یابد که بیمار می‌تواند، تغییرات را در شکل پا درک کند و احساس نماید که سر استخوان‌های متاتارسال در تماس با کف زمین قرار دارند. درمانگر به آرامی پا را به حالت اول بر می‌گرداند و سپس کل فرایند را ۳ تا ۵ بار انجام می‌داد. در این تحقیق آزمون‌گر توجه داشت، که عضله درشت نی قدامی در حین تمرین، بیش فعال نشده و تاندون در طول مدت تشکیل شورت فوت برجسته نشود. سپس از دانش‌آموزان خواسته شد، که در شکل‌گیری شورت فوت، خود نیز به طور فعال برای چندین بار تکرار، همکاری کند و در پایان خواسته می‌شد که این عمل را به طور مستقل انجام دهد. پس از این، دانش‌آموز می‌توانست کوتاه کردن پا را با قرار دادن پا در موقعیت‌های مختلف روی زمین و با افزایش بار از طریق تحمل وزن، تمرین کند؛ این عمل تکرار می‌شد تا جایی که بیمار می‌توانست، تمرین را در وضعیت ایستاده انجام دهد. هدف، بهبود آگاهی بیمار از عملکرد پا و نقش آن در حفظ ثبات بود (مشهدی، ۲۰۱۷). برای جمع‌آوری اطلاعات قبل و پس از دوره تمرین، اسکن کف پا با دستگاه پلانتر اسکنر<sup>۱</sup> به عمل آمد و از گزارش مربوطه شاخص‌های استاهلی<sup>۲</sup>، چپاکس-اسمیرک<sup>۳</sup>، پهنای قوس و درصد توزیع فشار روی قوس طولی داخلی ثبت شد (پیتا<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۵).



تصویر ۲- نحوه محاسبه شاخص‌های استاهلی b/c و چپاکس-اسمیرک b/a

## یافته‌ها

ابتدا طبیعی بودن توزیع داده‌ها از طریق آزمون کلموگوروف-اسمیرنف<sup>۵</sup> بررسی شد. آزمون تی مستقل بین دو گروه نشان داد، در مرحله پیش آزمون بین دو گروه تفاوت معناداری در شاخص‌ها وجود نداشته است (جدول ۱). تجزیه و تحلیل داده‌ها از طریق آزمون t زوجی در گروه تمرینی نشان داد، که تمامی شاخص‌های استاهلی ( $p < 0/001$ ) چپاکس-اسمیرک ( $p = 0/001$ ) پهنای قوس ( $p < 0/001$ ) و درصد توزیع وزن روی قوس طولی داخلی ( $p < 0/001$ ) در هر دو پا بهبود داشته است (جدول ۲). اما در گروه کنترل، هیچ‌کدام از شاخص‌ها تفاوت معناداری قبل و بعد از تمرین نداشت (جدول ۲).

<sup>۱</sup> - Plantar scanne

<sup>۲</sup> - Staheli

<sup>۳</sup> - Chippaux- Smirak

<sup>۴</sup> - Pita-Fernández

<sup>۵</sup> - Kolmogorov Smirnov

جدول ۱- آزمون تی مستقل بین گروه‌ها در پیش آزمون

Sig. (۲-tailed)	اختلاف میانگین‌ها	اختلاف انحراف استاندارد	
۰/۴۵۷	۶/۳۱	۸/۳۴	استاهلی پای راست
۰/۳۲۴	۷/۴۸	۷/۴۲	استاهلی پای چپ
۰/۱۶۰	۷/۴۷	۵/۱۳	چپاکس پای راست
۰/۰۵۶	۸/۵۵	۴/۲۳	چپاکس پای چپ
۰/۰۵۹	۰/۶۱	۰/۳۰	پهنای قوس پای راست
۰/۰۵۶	- ۰/۳۷	۰/۱۸	پهنای قوس پای چپ
۰/۴۵۱	۱/۸۳	۲/۳۸	توزیع وزن پای راست
۰/۰۸۳	۳/۷۵	۲/۰۶	توزیع وزن پای چپ

جدول ۲- نتیجه آزمون در گروه تمرین

Sig. (۲-tailed)	df	t	Upper	Lower	Std. Error Mean	انحراف استاندارد	اختلاف میانگین‌ها	
۰/۰۰۰	۱۱	۶/۲۵۶	۴۳/۸۸۵	۲۱/۰۴۱	۵/۱۸	۱۳/۹۷	۳۲/۴۶	استاهلی پای راست
۰/۰۰۰	۱۱	۶/۰۷۹	۴۷/۵۵۶	۲۲/۲۷۳	۵/۷۴	۱۹/۸۹	۳۴/۹۱	استاهلی پای چپ
۰/۰۰۱	۱۱	۴/۶۸۷	۳۸/۸۷۷	۱۴/۰۳۲	۵/۶۴	۱۹/۵۵	۲۶/۴۵	چپاکس پای راست
۰/۰۰۱	۱۱	۴/۴۸۲	۳۸/۰۷۵	-۲/۹۹۷	۵/۶۹	۱۹/۷۳	۲۵/۵۳	چپاکس پای چپ
۰/۰۰۰	۱۱	-۵/۵۱۴	-۱/۰۸۲	-۲/۵۲۰	۰/۳۲۶	۱/۱۳	-۱/۸۰	پهنای قوس پای راست
۰/۰۰۰	۱۱	-۶/۶۱۷	-۱/۲۴۶	-۲/۴۸۸	۰/۲۸۲	۰/۹۷	-۱/۸۶	پهنای قوس پای چپ
۰/۰۰۰	۱۱	۷/۰۸۶	۱۱/۹۰۴	۶/۲۶۱	۱/۲۸۱	۴/۴۴	۹/۰۸	توزیع وزن قوس طولی داخلی پای راست
۰/۰۰۰	۱۱	۶/۲۸۳	۱۰/۸۰۲	۵/۱۹۷	۱/۲۷۳	۴/۴۱	۸/۰۰	توزیع وزن قوس طولی داخلی پای چپ

جدول ۳- نتیجه آزمون در گروه کنترل

Sig. (۲-tailed)	df	t	Upper	Lower	Std. Error Mean	انحراف استاندارد	اختلاف میانگین‌ها	
	۱۱	۱/۰۸۸	۹/۸۶۰	۳/۳۳۸	۲/۹۹۸	۱۰/۳۸۶	۳/۲۶۰	استاهلی پای راست
۰/۳۲۸	۱۱	۱/۰۲۴	۹/۴۴۶	-۳/۴۴۶	۲/۹۲۹	۱۰/۱۴۶	۳/۰۰۰	استاهلی پای چپ
۰/۴۵۰	۱۱	۰/۷۸۳	۴/۲۵۱	۲/۰۲۰	۱/۴۲۴	۴/۹۳۵	۱/۱۱۵	چپاکس پای راست
۰/۸۴۷	۱۱	۰/۱۶۲	۳/۳۹۵	۲/۹۳۰	۱/۴۳۶	۴/۹۷۷	۰/۲۳۲	چپاکس پای چپ
۰/۰۵۵	۱۱	-۲/۱۴۹	۰/۰۰۲	-۰/۱۹۵	۰/۰۴۴	۰/۱۵۵	-۰/۰۹۶	پهنای قوس پای راست
۰/۲۳۰	۱۱	۱/۲۷۰	۰/۳۲۳	-۰/۰۸۶	۰/۰۹۳	۰/۳۲۲	-۰/۱۱۸	پهنای قوس پای چپ
۰/۳۸۰	۱۱	۰/۹۱۴	۲/۸۳۹	-۱/۱۷۲	۰/۹۱۱	۳/۱۵۷	۰/۸۳۳	توزیع وزن قوس طولی داخلی پای راست
۰/۰۵۹	۱۱	۲/۱۰۶	۲/۲۱۵	-۰/۰۴۸	۰/۵۱۴	۱/۷۸۱	۰/۰۸۳	توزیع وزن قوس طولی داخلی پای چپ

## نتیجه‌گیری

هدف از مطالعه حاضر، بررسی تأثیر تقویت عضلات درونی کف پا به روش شورت‌فوت بر توزیع فشار، پهنای قوس و شاخص‌های کف پای دانش‌آموزان دارای کف پای صاف بود. تحقیقات نشان داده‌اند که عملکرد نامناسب قوس طولی داخلی کف پا یک عامل مهم در آسیب‌های اندام تحتانی است. علاوه بر آن، پژوهش‌های دیگر از رابطه پرونیشن مفرط و انواع مختلف آسیب‌های اندام تحتانی خبر داده‌اند (سالوسکا و همکاران، ۲۰۱۶؛ لین و همکاران، ۲۰۱۲). عملکرد مطلوب پا به عملکرد بی‌عیب و نقص قوس طولی داخلی پا بستگی دارد؛ زیرا این قوس نقش حیاتی در انتقال نیرو از طریق پا دارد. همچنین به جذب شوک و پراکندگی انتقال نیرو از پا به سایر نواحی بدن کمک می‌کند (لین و همکاران، ۲۰۱۲). عضلات پلانتر اینترنسیک پا نقش مهمی در حمایت از قوس طولی داخلی پا دارند و قابلیت جذب شوک، پایداری و انعطاف‌پذیری را فراهم می‌کند. همچنین این عضلات بر روی دامنه پرونیشن پا اثر می‌گذارد.

تمرین شورت‌فوت با افزایش قوس طولی داخلی، عضلات اینترنسیک پا را درگیر می‌کند. این تمرین وضعیت سگمنت‌های بدن<sup>۱</sup> را نیز بهبود می‌دهد و از طریق افزایش حس‌های ورودی از پا، پایداری بدن را در حالت ایستاده افزایش می‌دهد. هرچند در تحقیقات گذشته استفاده از ابزارها یا تکنیک‌های تمرینی تحریک حسی مختلفی برای افراد دارای کف پای صاف به منظور ایجاد و حمایت از قوس و بهبود وضعیت پا معرفی و ارائه شده است؛ اما به نظر می‌رسد، تکنیک شورت‌فوت تأثیر بیشتری داشته باشد. در تحقیق حاضر از این تکنیک به عنوان یک تمرین حسی - حرکتی در سه حالت نشسته، ایستاده و روی بوسوبال استفاده شد؛ که در گروه تمرینی، اثر معناداری بر شاخص‌های مد نظر داشت. هم‌راستا با تحقیق حاضر، سولوسکا<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۶)، اثر دو نوع تمرین شورت‌فوت بر وضعیت پا و الگوی حرکتی پایه در دوندگی‌های استقامت را بررسی کردند. یافته‌های این مقاله حاکی از این بود، که تمرین شورت‌فوت، به طور معناداری پوسچر پا را اصلاح کرده و تمایل به حالت چرخش مچ پا را در دوندگی‌های استقامت کاهش داده است. همچنین اثرات سودمندی بر الگوهای حرکتی پایه داشته است. جانگ<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیقی به مقایسه فعالیت عضلات دورکننده انگشت شست و زاویه قوس طولی داخلی در طول تمرینات شورت‌فوت و کرلینگ<sup>۴</sup> پرداختند. در این مطالعه که آزمودنی‌ها با پای نرمال شرکت کرده بودند؛ نتایج حاصل از الکترومیوگرافی نشان داد، که تمرین شورت‌فوت، تمرین کششی مفیدتری نسبت به تمرین کرلینگ در فعال کردن عضله دورکننده شست و در جلوگیری از افت قوس طولی داخلی پا مؤثرتر است. اما لی<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقی به مدت ۶ هفته، تفاوت معناداری از اثر تمرینات بر روی فشار کف پای و زاویه انگشت پا در پیش‌آزمون و پس‌آزمون مشاهده نکردند. مون<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۱۴) اثر فوری تمرینات شورت‌فوت را بر روی تعادل پویای افراد با پرونیشن بیش از حد پا بررسی کردند. آنان به این نتیجه رسیدند که بعد از انجام تمرینات شورت‌فوت، محدودیت پایداری در نواحی راست، چپ، جلو و عقب به طور معناداری افزایش یافت. همچنین بهبود آبی در تعادل پویای آزمودنی‌ها با پرونیشن بیش از حد پا مشاهده شد.

<sup>۱</sup> - Body Segments<sup>۲</sup> - Sulowska<sup>۳</sup> - Jung<sup>۴</sup> - Curling<sup>۵</sup> - Lee<sup>۶</sup> - Moon



در تمرین شورت فوت با پیشرفت دوره تمرینی از بیمار خواسته می‌شود، که در شکل‌گیری پای کوتاه، خود نیز به طور فعال برای چندین بار تکرار، همکاری کند. در پایان از وی خواسته می‌شود که این عمل را به طور مستقل انجام دهد. پس از این، بیمار می‌تواند تشکیل پای کوتاه را با قرار دادن پا در موقعیت‌های مختلف روی زمین و با افزایش بار از طریق تحمل وزن، تمرین کند؛ تاجایی که بیمار بتواند تمرین را در وضعیت ایستاده نیز انجام دهد. هدف، بهبود آگاهی بیمار از عملکرد پا و نقش آن در حفظ ثبات به هنگام توأمان شدن این عملکرد با اصلاح پاسچرال اولیه و مراحل اولیه انتقال وزن، همچون قدم رو<sup>۱</sup>، نیم‌گام<sup>۲</sup> یا خیز<sup>۳</sup> است (پیچ و همکاران، ۲۰۱۰). بنابراین، می‌توان تأثیر این تمرین را به صورت ترکیبی با تمریناتی مختلف نیز بررسی کرد. از یافته‌های تحقیق حاضر می‌توان نتیجه گرفت، که تکنیک تمرینی شورت فوت با تقویت عضلات درونی کف پا، برای بهبود شاخص‌های کف پای و وضعیت اندام تحتانی بسیار مفید است.

## منابع

- Abouaasha, F., Van Schie, C.H., Griffiths, G.D., Young, R.J. & Boulton, A.J. (۲۰۰۱). Plantar tissue thickness is related to peak plantar pressure in the high-risk diabetic foot. *Diabetes care*, ۲۴(۷):۱۲۷۰-۱۲۷۴.
- Citaker, S., Gunduz, A.G., Guclu, M.B., Nazliel, B., Irkec, C. & Kaya, D. (۲۰۱۱). Relationship between foot sensation and standing balance in patients with multiple sclerosis. *Gait & posture*, ۳۴(۲):۲۷۵-۲۷۸.
- Drewes, L. K., & Hertel, J. (۲۰۰۹). Intrinsic foot muscle test deficits in a population with chronic ankle instability. *J Athl Train*, 44(۳), S۲۸.
- Ferber, R., Hreljac, A. & Kendall, K.D. (۲۰۰۹). Suspected mechanisms in the cause of overuse running injuries: a clinical review. *Sports health*, ۱(۳):۲۴۲-۲۴۶.
- Fiolkowski, P., Brunt, D., Bishop, M., Woo, R. & Horodyski, M. (۲۰۰۳). Intrinsic pedal musculature support of the medial longitudinal arch: an electromyography study. *The Journal of foot and ankle surgery*, ۴۲(۶): ۳۲۷-۳۳۳.
- Flemister, A.S., Neville, C.G. & Houck, J. (۲۰۰۷). The relationship between ankle, hindfoot, and forefoot position and posterior tibial muscle excursion. *Foot & ankle international*, ۲۸(۴):۴۴۸-۴۵۵.
- Jung, D.Y., Kim, M.H., Koh, E.K., Kwon, O.Y., Cynn, H.S. & Lee, W.H. (۲۰۱۱). A comparison in the muscle activity of the abductor hallucis and the medial longitudinal arch angle during toe curl and short foot exercises. *Physical Therapy in Sport*, ۱۲(۱):۳۰-۳۵.
- Kernozek, T.W. & Ricard, M.D. (۱۹۹۰). Foot placement angle and arch type: effect on rearfoot motion. *Arch Phys Med Rehabil*, ۷۱(۱۲):۹۸۸-۹۹۱.
- Kim, E.K. & Kim, J.S. (۲۰۱۶). The effects of short foot exercises and arch support insoles on improvement in the medial longitudinal arch and dynamic balance of flexible flatfoot patients. *Journal of physical therapy science*, ۲۸(۱۱): ۳۱۳۶-۳۱۳۹.

۱- Marching  
۲- Half- Stepping  
۳- Lunging

- Korpelainen, R., Orava, S., Karpakka, J., Siira, P. & Hulkko, A. (۲۰۰۱). Risk factors for recurrent stress fractures in athletes. *The American journal of sports medicine*, ۲۹(۳):۳۰۴-۳۱۰.
- Kozinc, Ž. & Sarabon, N. (۲۰۱۷). Common running overuse injuries and prevention. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine*, ۶(۲):۶۷.
- Lee, H. & et al. (۲۰۱۵). The effects of combined exercises of elastic-band and short foot exercise on plantar foot pressure, toe angle and balance for patients with low to moderate hallux valgus. *Journal of the Korean Society of Integrative Medicine*, ۳(۳):۷۳-۸۸
- Lynn, S.K., Padilla, R.A. & Tsang, K.K. (۲۰۱۲). Differences in static-and dynamic-balance task performance after ۴ weeks of intrinsic-foot-muscle training: the short-foot exercise versus the towel-curl exercise. *Journal of sport rehabilitation*, ۲۱(۴):۳۲۷-۳۳۳.
- Mashhadi, M. (۲۰۱۷). Foot arch index during Jana's Short-Foot maneuver in subjects with excessively pronated feet. *Medicina Sportiva: Journal of Romanian Sports Medicine Society*, ۱۳(۲):۲۹۳۵-۲۹۳۹.
- McKeon, P.O., Hertel, J., Bramble, D. & Davis, I. (۲۰۱۵). The foot core system: a new paradigm for understanding intrinsic foot muscle function. *British journal of sports medicine*, ۴۹(۵):۲۹۰-۲۹۰.
- Mignogna, C. A., Welsch, L. A., & Hoch, M. C. (۲۰۱۶). The effects of short-foot exercises on postural control: a critically appraised topic. *International Journal of Athletic Therapy and Training*, ۲۱(۶), ۸-۱۲.
- Moon, D.C., Kim, K. & Lee, S.K. (۲۰۱۴). Immediate effect of short-foot exercise on dynamic balance of subjects with excessively pronated feet. *Journal of physical therapy science*, ۲۶(۱):۱۱۷-۱۱۹
- Mulligan, E.P. & Cook, P.G. (۲۰۱۳). Effect of plantar intrinsic muscle training on medial longitudinal arch morphology and dynamic function. *Manual therapy*, ۱۸(۵): ۴۲۵-۴۳۰.
- Nigg, B., Behling, A.V. & Hamill, J. (۲۰۱۹). Foot pronation. *Footwear Science*, ۱۱(۳):۱۳۱-۱۳۴.
- Page, P., Frank, C.C. & Lardner, R. (۲۰۱۰). *Assessment and treatment of muscle imbalance: the Janda approach*. Human kinetics.
- Pita-Fernández, S., González-Martín, C., Seoane-Pillado, T., López-Calviño, B., Pérttega-Díaz, S. & Gil-Guillén, V. (۲۰۱۵). Validity of footprint analysis to determine flatfoot using clinical diagnosis as the gold standard in a random sample aged ۴۰ years and older. *Journal of epidemiology*, JE۲۰۱۴۰۰۸۲.
- Saeki, J., Tojima, M. & Torii, S. (۲۰۱۵). Clarification of functional differences between the hallux and lesser toes during the single leg stance: immediate effects of conditioning contraction of the toe plantar flexion muscles. *Journal of Physical Therapy Science*, ۲۷(۹):۲۷۰۱-۲۷۰۴.
- Sulowska, I., Oleksy, Ł., Mika, A., Bylina, D. & Sołtan, J. (۲۰۱۶). The influence of plantar short foot muscle exercises on foot posture and fundamental movement patterns in long-distance runners, a non-randomized, non-blinded clinical trial. *PloS one*, ۱۱(۶): e۰۱۵۷۹۱۷.