نشریه پژوهش در توانبخشی ورزشی
دوره ۲، شماره ۳، بهار و تابستان ۱۳۹۳
۳۹-۳۱
WWW.RSR.BASU.AC.IR

# مقایسه تأثیر فوری و طولانی‌مدت کفی طبی بر هم‌انقباضی عضلات ساق پا در افراد دچار صافی کف پا حین راه رفتن

**حامد اسماعیلی[۱*]، مهرداد عنبریان[۲]، بهروز حاجیلو[۳]**

۱. دانشجوی دکتری بیومکانیک ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه بوعلی‌سینا
۲. دانشیار بیومکانیک ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه بوعلی‌سینا
۳. دانشجوی کارشناس ارشد تربیت بدنی دانشگاه بوعلی سینا

دریافت ۲۶ تیر ۱۳۹۳؛ پذیرش ۲۹ مهر ۱۳۹۳

**واژگان کلیدی**

هم‌انقباضی

صافی کف پا

راه رفتن

الکترومیوگرافی

## چکیده

زمینه و هدف: هدف از مطالعه حاضر مقایسه تأثیر فوری و طولانی‌مدت کفی طبی بر هم‌انقباضی عضلات ساق پای افراد دچار صافی کف پا در فاز استانس راه رفتن بود.

روش بررسی: ۴۵ نفر از دانشجویان مرد در سه گروه مساوی شامل گروه تجربی دچار صافی کف پا، گروه کنترل دچار صافی کف پا و گروه شاهد با ساختار نرمال پا جای گرفتند. در پیش آزمون، فعالیت الکترومایوگرافی عضلات درشت نئی قدامی و نازک نئی طویل هر سه گروه حین راه رفتن با پای برهنه ثبت شد. گروه تجربی، آزمایش را با کفش و کفش همراه کفی طبی نیز انجام داد. گروه تجربی مدت شش ماه از کفی طبی استفاده کرد. پس از ۶ ماه هر سه گروه مجدد تست‌های پیش آزمون را تکرار کردند (پس‌آزمون). مقادیر میزان هم‌انقباضی در فازاستانس راه‌رفتن در گروه ها محاسبه و با روش آنالیز واریانس در سطح معناداری ۰/۰۵مقایسه شد.

یافته‌ها: نتایج تفاوت معناداری در مقادیر هم‌انقباضی در زیرفازهای مختلف استانس راه رفتن بین گروه‌های دچار صافی کف پا و نرمال نشان داد. میزان هم‌انقباضی عضلات ساق در کوتاه مدت و ۶ ماه استفاده از کفی طبی تغییر کرد.

نتیجه‌گیری: با استناد به این نتایج می توان از مقادیر هم‌انقباضی عضلات ساق پا به‌عنوان شاخص مناسبی برای توصیف ویژگی‌های کنترلی حرکات اضافی پا استفاده کرد. همچنین استفاده از کفی با تغییر در فعالیت عضلات، قادر به تغییر مقادیر هم‌انقباضی عضلات ساق پا می‌باشد.

* اطلاعات نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۳۶۳۴۳۷۱۵۶
پست الکترونیکی: hamedesmaeili1987@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

**مقدمه**

تحقیقات نشان داده است که ناهنجاری‌های ساختاری و عملکردی پا نظیرصافی کف پا می‌تواند سبب بروز بدراستایی جبرانی و تغییرات مکانیکی در اندام تحتانی حین راه رفتن شود (ویلیامز[1] و همکاران ۲۰۰۱، کافمن[2] و همکاران ۱۹۹۹، هانت[3] و همکاران ۲۰۰۴، نیگ[4] و همکاران ۱۹۹۳). مطالعات کینماتیکی نشان داده‌اندکه افراد دچار صافی کف پا در فاز استانس راه رفتن، الگوی کینماتیکی متفاوتی را نسبت به افراد معمولی دارند. برای مثال پاول[5] و همکاران در سال ۲۰۱۱ بیان کردند که افراد دچار صافی کف پا، اورژن بیشتری در مفصل ساب‌تالار نسبت به افراد با ساختار طبیعی دارند. توئید[6] و همکاران در سال ۲۰۰۸ نیز بیان کردند که صافی کف پا با پرونیشن و چرخش داخلی استخوان درشت نی همراه است. به نظر می‌رسد که این تغییرات کینماتیکی در عارضه صافی کف پا در مقایسه با پای نرمال، سبب به هم خوردن عملکرد مکانیکی پا می‌شود.

مطالعات الکترومیوگرافی مبین تفاوت الگوی فعالیت عضلات ساق افراد دچار صافی کف پا نسبت به پای نرمال است. برای مثال، گری وباسماجیان[7] (۱۹۶۸) نشان دادند که عضلات ساق در افراد دچار صافی کف پا، فعالیت بیشتری نسبت به ساختار نرمال پا دارد و یامورلی[8] و همکاران (۲۰۰۹) نیز افزایش فعالیت عضلات اینورتور را در مبتلایان به این دفورمیتی ساختاری پا گزارش کردند.

الگوی مناسب فعالیت عضلانی و هم‌زمانی عملکرد عضلات آگونیست و آنتاگونیست اطراف مفصل از منظر بیومکانیکی اهمیت به‌سزایی دارد چرا که عاملی برای حفظ ثبات و پایداری مفصل به‌شمار می‌رود (هابلی[9] و همکاران، ۲۰۰۸). به‌طورکلی دونوع هم‌انقباضی عمومی[10] و جهت دار[11] در بررسی فعالیت گروه‌های عضلانی اطراف مفصل وجود دارد (لیود[12] و همکاران، ۲۰۰۱). در هم‌انقباضی عمومی، عضلات آنتاگونیست و آگونیست اطراف مفصل با هم به طور برابر فعال می‌شوند، در حالی‌که در هم‌انقباضی جهت‌دار عضلات آگونیست و آنتاگونیست با هم فعال می‌شوند تا با حمایت مفصل نسبت به گشتاورهای اضافی، باعث پایداری و ثبات مفصل شوند. اعتقاد بر این است که هم‌انقباضی جهت دار گشتاورهای خارجی را حمایت کرده تا بارهای اضافی وارد بر مفصل را کاهش دهد (عنبریان[13] و همکاران، ۲۰۱۲). با وجود مطالعات متعدد در زمینه فعالیت عضلانی اندام تحتانی افراد دچار صافی کف پا حین راه رفتن (هانت و همکاران، ۲۰۰۴؛ گری و باسماجیان، ۱۹۶۸؛ مورلی و همکاران، ۲۰۰۹a)، به پدیده هم‌انقباضی عضلات ساق و اهمیت آن در ثبات مفاصل کمتر پرداخته شده است.

روش‌های درمانی متفاوتی برای اصلاح دفورمیتی‌های ساختاری پا به منظور بهبود عملکرد حرکتی اندام تحتانی وجود دارد. استفاده از کفی‌های طبی یکی از روش‌های غیرجراحی مرسوم است. اساساً کفی‌ها با محدود کردن حرکات اضافی پا قادرند از عوارض ناشی از صافی کف پا جلوگیری و عملکرد پا را بهبود بخشند. با مروری اجمالی بر پژوهش‌های پیشین در مورد اثرگذاری کفی‌های طبی، مشاهده می‌شود که مطالعات انجام گرفته در حوزه‌های اصلی تحلیل بیومکانیکی نظیر تجزیه‌وتحلیل کینماتیکی، کینتیکی و الکترومیوگرافیکی دسته‌بندی شده‌اند. برای مثال در مطالعات کینماتیکی نشان داده شده است که کفی‌ها موجب کاهش حرکات اضافی پا در زیرفازهای مختلف استانس راه رفتن و دویدن می‌شوند (اسلامی[14] و همکاران، ۲۰۰۹). همچنین گزارش شده است که کفی‌ها نیروهای وارد بر بخش‌های مختلف پا را در افراد دچار صافی کاهش داده‌اند (نستر[15] و همکاران، ۲۰۰۳؛ چن[16] و همکاران، ۲۰۱۰). مطالعات مربوط به الکترومیوگرافی نیز نشان داده که استفاده از کفی طبی باعث کاهش فعالیت اضافی عضلانی درافراد دچار صافی کف پا نسبت به افراد نرمال شده است (مورلی و همکاران، ۲۰۰۶). برای مثال مورلی و همکاران نشان دادند که استفاده از کفی‌ها فعالیت عضلات درشت نئی قدامی، درشت نئی خلفی و نازک نئی طویل افراد دچار صافی کف پا را در بعضی از زیرفازهای استانس به افراد با ساختار نرمال

1. Williams
2. Kaufman
3. Hunt
4. Nigg
5. Powell
6. Tweed
7. Gray &Basmajian
8. Murley
9. Hubley
10. General co-contraction
11. Directed co-cntraction
12. Llyod
13. Anbarian
14. Eslami
15. Nester
16. Chen

Archive of SID

www.SID.ir

پا نزدیک می‌کند (مورلی و همکاران، ۲۰۱۰). از آنجایی‌که عملکرد عضلات به صورت یک مجموعه بوده و در تعامل با یکدیگر فعالیت می‌نماینـــد، ارزیابی مقـــادیر مربـــوط به هم‌انقباضی جهت‌دار عضلات قادر است اطلاعات مناسبی را در ارتباط با میزان فعالیت عضلات مختلف ساق نسبت به یکدیگر در عملکرد حرکتی اندام تحتانی و به‌ویژه حین راه رفتن فراهم آورد. بنابراین هدف پژوهش حاضر بررسی اثر آنی و طولانی‌مدت استفاده از کفی روی میزان هم‌انقباضی عضلات ساق پای افراد دچار صافی کف پا در فاز استانس راه رفتن می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

در این پژوهش نیمه‌تجربی با پیش‌آزمون و پس‌آزمون تعداد ۴۵ نفر از دانشجویان مرد دانشگاه بوعلی‌سینا شرکت کردند. گروه‌های حاضر در این مطالعه شامل گروه شاهد با ساختار نرمال پا (۱۵نفر)، گروه کنترل دچار صافی کف پا (۱۵ نفر) و گروه تجربی دچار صافی کف پا (۱۵ نفر) بود. آزمودنی‌ها فاقد سابقه‌ی جراحی، شکستگی، سوختگی، مشکلات عصبی- عضلانی، آسیب یا ضربات جدی در اندام تحتانی بودند. همچنین از اندام مصنوعی و هر نوع کفی یا کفش طبی نیز استفاده نمی‌کردند.

شرایط اختصاصی برای ورود به گروه‌های دچار صافی کف پا عبارت بود از افت استخوان ناوی در حالت تحمل وزن بیش از ۱۰ میلی‌متر (لطافت کار[1] و همکاران، ۲۰۱۲) و میزان ارتفاع ناوی نرمال شده کم‌تر از ۰/۲۴ (مورلی و همکاران،۲۰۰۹b). این مقادیر برای ورود افراد به گروه شاهد برای افت ناوی برابر با ۵-۹ میلی‌متر و برای ارتفاع ناوی نرمال شده ۰/۲۴-۰/۳ بود (لطافت‌کار و همکاران، ۲۰۱۲؛ مورلی و همکاران، ۲۰۰۹c).

براساس اندازه پای افراد حاضر در گروه تجربی دچار صافی کف پا ، توسط متخصص ارتوپدی فنی، کفی مناسب از جنس چرم و از نوع سخت و اینورت ساخته شد، به‌طوری‌که امکان استفاده از کفی‌ها در کفش‌های مختلف وجود داشت.

آزمودنی‌ها پس از ورود به آزمایشگاه، فرم رضایت‌نامه شرکت در این مطالعه را تکمیل کردند. پس از آماده‌سازی پوست محل نصب الکترودهای سطحی ثبت فعالیت الکتریکی عضلات با تراشیدن موهای زاید و تمیز کردن با الکل طبی، الکترودهای سطحی از جنس Ag-AgCl براساس پروتکل اروپایی SENIAM[2] روی عضلات عضلات درشت نئی قدامی قدامی و نازک نئی طویل آزمودنی‌ها با فاصله مرکز تا مرکز ۲۰ میلی‌متر نصب شدند (هرمنز[3] و همکاران، ۲۰۰۰). الکترود زمین نیز روی ستیغ درشت نی نصب شد.

از دستگاه بیومانیتور ME6000-T16 با فرکانس نمونه برداری ۲۰۰۰ هرتز و نسبت رد سیگنال‌های مشترک[4] در تقویت‌کننده تفاضلی ۱۱۰ دسی‌بل برای ثبت فعالیت عضلات استفاده شد.

برای تعیین نقاط کلیدی فاز استانس راه رفتن از دو عدد کلید پایی[5] استفاده شد. یکی از این کلیدها زیر بخش خارجی پشت پاشنه و دیگری زیر اولین مفصل کف پایی- انگشتی پای فرد نصب شد. در این وضعیت چهار نقطه تعیین کننده فاز استانس راه رفتن قابل تشخیص بود؛ تماس پاشنه، تماس انگشتان، جدا شدن پاشنه از زمین و جدا شدن انگشتان از زمین. در بررسی فاز استانس، این فاز به سه زیرفار مجزای تماس، میداستانس و پروپالژن تقسیم بندی شد (شکل ۱).

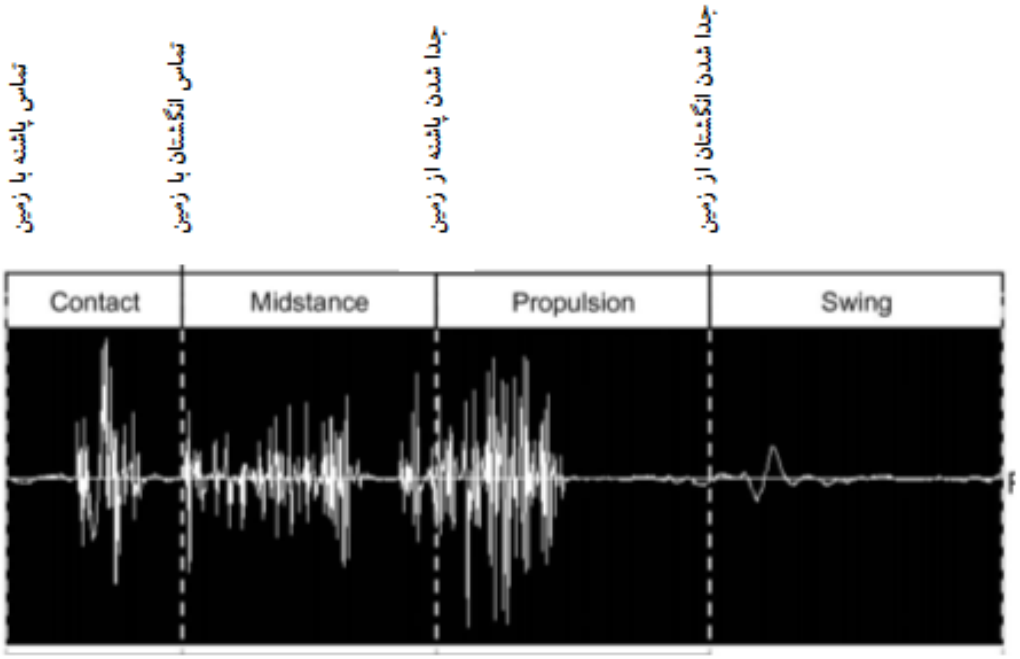
پس از نصب الکترود و کلیدهای پایی، آزمودنی‌ها مسیر ۱۴ متری راه رفتن را با سرعت خود انتخابی ۳ تا ۶ بار طی کردند تا با شرایط آزمایشگاه آشنا شوند. پس از آشنایی با مسیر و شرایط آزمایشگاه، هر یک از آزمودنی‌ها در وضعیت پا برهنه این مسیر را سه بار طی کردند. گروه تجربی دچار صافی کف پا علاوه بر وضعیت پا برهنه این مسیر را با کفش (۳ تکرار) و کفش همراه با کفی (۳ تکرار) طی کردند. در انتها از آزمودنی‌ها دو مرتبه حداکثر انقباض ارادی از عضلات مورد بررسی گرفته شد (مورلی و همکاران، ۲۰۰۹b). برای انجام حداکثر انقباض ارادی ایزومتریک عضله درشت نئی قدامی، فرد در حالت ایستاده قرار می‌گرفت و در برابر حرکت دورسی فلکشن وی مقاومت اعمال می‌شد و از او خواسته می‌شد تا حداکثر انقباض خود را ایجاد کند و برای عضله نازک نئی طویل پای فرد در حالت سوپی‌نیشن قرار داده می‌شد و به او فرمان داده می‌شد که در پای خود پرونیشن ایجاد کند و در مقابل حرکت او مقاومت اعمال می‌شد (مورلی و همکاران، ۲۰۰۹b).

1. Letafatkar

2. WWW.SENIAM.ORG
3. Hermens
4. Common-Mode Rejection Ratio
5. Foot switch

Archive of SID

www.SID.ir




**شکل ۱: تشخیص زیرفازهای فاز استانس با استفاده از کلیدهای پایی**

پس از اتمام آزمایشات در مرحله پیش‌آزمون، از افراد گروه تجربی دچار صافی کف پا تعهد گرفته شد که از کفی تجویز شده در داخل کفش به‌مدت شش ماه و روزانه حداقل به‌مدت ۴ ساعت استفاده کنند. برای اطمینان از صحت روند کار در طول مدت ۶ ماهه ارتباط مستمر حضوری و تلفنی با آزمودنی‌ها برقرار بود. پس از گذشت شش ماه از پیش‌آزمون، آزمودنی‌های حاضر در سه گروه مراحل شرح داده شده را به عنوان پس‌آزمون تکرار کردند.

داده‌های حاصل از الکترومیوگرافی با استفاده از نرم افزار مگاوین ۳/۱ تجزیه و تحلیل شدند. از یک فیلتر میان گذر ۱۰ تا ۴۵۰ هرتز استفاده شد. برای هر یک از عضلات مورد بررسی میزان فعالیت عضله در هر فاز به‌عنوان درصدی از حداکثر انقباض ارادی ایزومتریک بیان شد تا برای محاسبه میزان هم‌انقباضی مورد استفاده قرار بگیرد. از رابطه‌ی زیر برای محاسبه میزان هم‌انقباضی استفاده شد (عنبریان و همکاران، ۲۰۱۲).

$$\text{هم انقباضی} = \frac{\text{میانگین فعالیت عضلات آنتاگونیست}}{\text{میانگین فعالیت آگونیست عضلات}} - ۱$$

در رابطه بالا هر چه عدد حاصله به صفر نزدیک‌تر باشد، میزان هم انقباضی بیشتر و هر چه عدد حاصله به ۱و ۱- نزدیک‌تر شود میزان هم انقباضی کاهش می‌یابد (عنبریان و همکاران، ۲۰۱۲).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم افزار SPSS نسخه ۱۸ انجام شد. برای تعیین نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو- ویلک استفاده شد. از آنالیز واریانس یک‌سویه برای مقایسه گروه‌ها استفاده شد و در صورت معنادار بودن آزمون تعقیبی توکی به‌کار گرفته شد. برای مقایسه میزان هم‌انقباضی در افراد دچار صافی کف پا در شرایط با کفش و کفش همراه با کفی از آزمون تی همبسته استفاده شد. سطح معناداری $\alpha$=۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

## نتایج و یافته‌ها

مشخصات آزمودنی‌های شرکت‌کننده در این پژوهش، پس از انجام معاینات لازم، در جدول ۱، نشان داده شده است. افراد شرکت‌کننده در گروه‌های مختلف این پژوهش در متغیرهای قد، جرم و سن هیچ اختلافی نداشتند. اختلافات موجود بین گروه‌ها در شاخص‌های مربوط به ساختار کف پا که اساس قرار گرفتن افراد در گروه‌های مطالعه حاضر بود.

Archive of SID

www.SID.ir

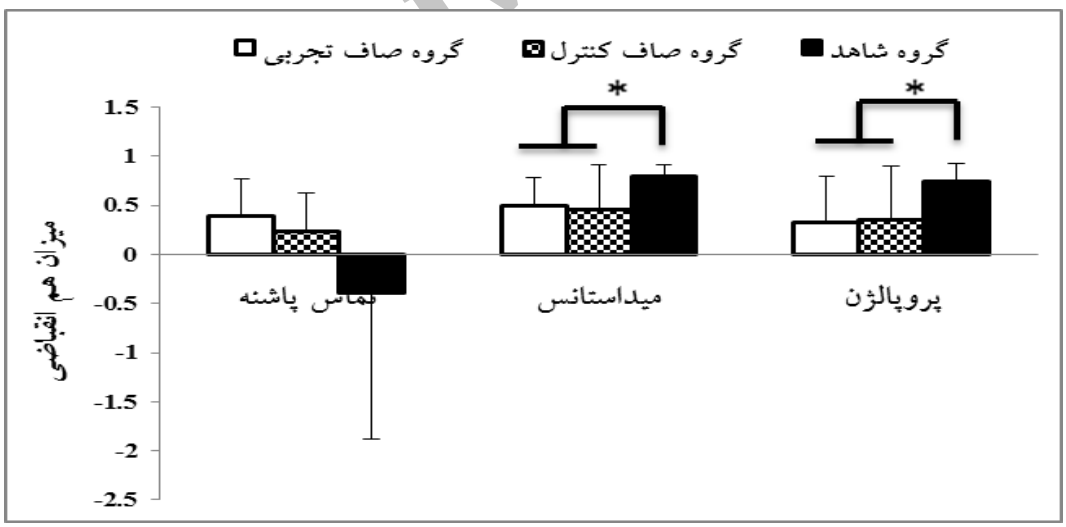
نتایج مربوط به مقایسه مقادیر میزان هم‌انقباضی بین سه گروه در پیش‌آزمون در نمودار ۱ آورده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، میزان مقادیر هم‌انقباضی طی زیرفازهای میداستانس (گروه تجربی دچار صافی کف پا P=۰/۰۴۴، گروه کنترل دچار صافی کف پا P=۰/۰۱۸) و پروپالژن (گروه تجربی دچار صافی کف پا P=۰/۰۲۶، گروه کنترل دچار صافی کف پا P=۰/۰۴۷) در افراد دچار صافی کف پا به طور معناداری بیشتر بود.

مقایسه میزان هم‌انقباضی عضلات تحت بررسی افراد دچار صافی کف پادر شرایط با کفش و کفش همراه با کفی در نمودار ۲ نمایش داده شده است. استفاده از کفی میزان مقادیر هم‌انقباضی در زیرفاز تماس پاشنه را افزایش (P=۰/۰۰۹) و بالعکس در زیرفاز میداستانس این میزان را کاهش داده است (P=۰/۰۱۵).

مقایسه هم‌انقباضی در مچ پای گروه تجربی دچار صافی کف پا بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون در فازهای مختلف راه رفتن در نمودار ۳ نشان داده شده است. همان‌طـــور که مشـــاهده می‌شود میزان هم‌انقباضی در فاز تماس پاشنه در پس‌آزمون به‌طور معناداری بیشتر است (P=۰/۰۳۳).

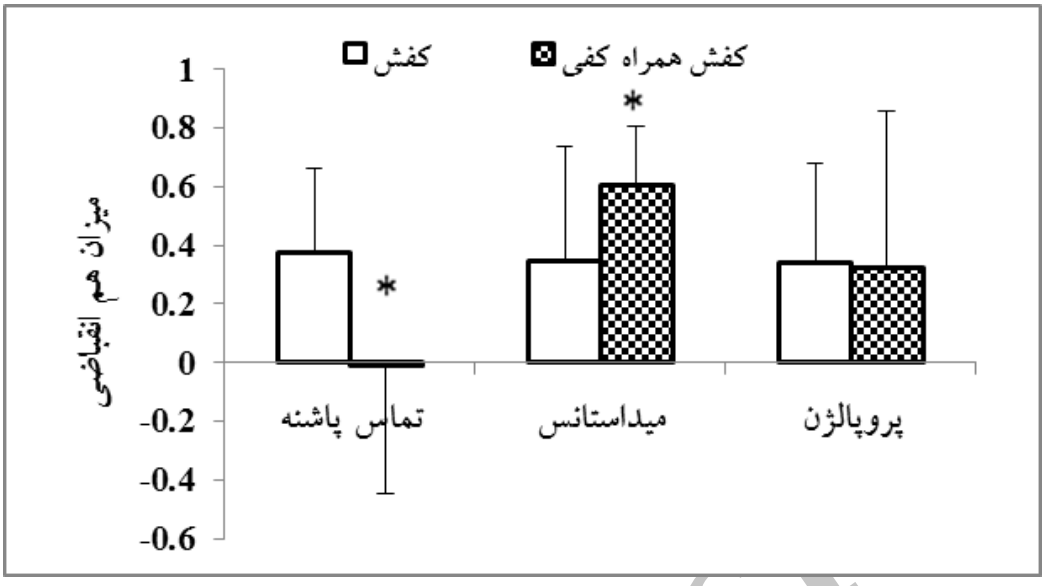
**جدول ۱: مشخصات دموگرافیکی آزمودنی‌های شرکت کننده در پژوهش. علامت (*) بیان‌گر اختلاف بین گروه‌های دچار صافی کف پاو گروه شاهد می‌باشد. P=0.05:(*)**

| متغیرها | گروه پای صاف تجربی | گروه شاهد | گروه پای صاف کنترل |
|---|---|---|---|
| تعداد (نفر) | ۱۵ | ۱۵ | ۱۵ |
| سن (سال) | ۲۴/۴ ± ۲/۱۶ | ۲۵/۸۶ ± ۲/۳۲ | ۲۴/۴۶ ± ۱/۹۵ |
| جرم (کیلوگرم) | ۸۱/۹۳ ± ۱۷/۴۳ | ۷۸/۱۳ ± ۲۶/۹۳ | ۷۲/۲ ± ۲۱/۲۶ |
| قد (سانتی‌متر) | ۱۷۷/۲۶ ± ۴/۳۱ | ۱۶۸/۰۶ ± ۲۷/۷۱ | ۱۷۷/۴ ± ۳/۳۵ |
| افت ناوی (میلی‌متر)* | ۱۵/۲ ± ۳ | ۶/۶ ± ۱/۲۴ | ۱۳/۶۶ ± ۲/۶ |
| ارتفاع ناوی نرمال شده* | ۰/۱۹ ± ۰/۰۱ | ۰/۲۸ ± ۰/۰۲۹ | ۰/۱۸ ± ۰/۰۱۶ |

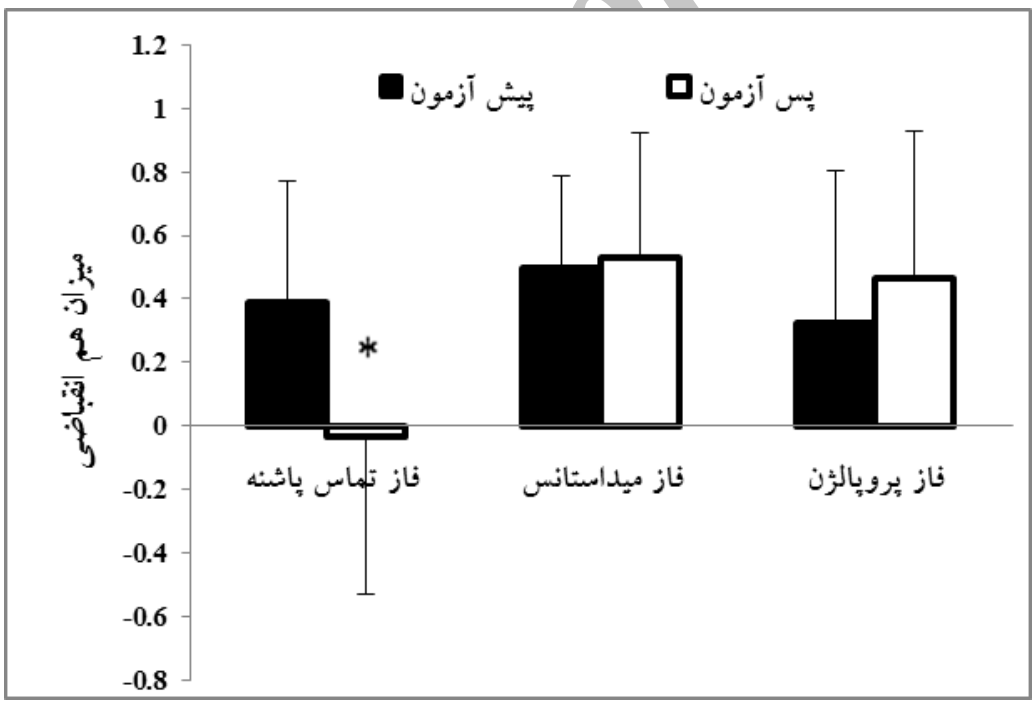



**نمودار ۱: مقایسه مقادیر میزان هم‌انقباضی عضلات ساق، بین گروه‌های حاضر در مطالعه**

www.SID.ir




نمودار ۲: مقایسه میزان هم‌انقباضی عضلات افراد حاضر در گروه تجربی دچار صافی کف پابین حالت‌های پای برهنه و کفش + کفی در پیش‌آزمون




نمودار ۳: مقایسه مقادیر هم‌انقباضی گروه تجربی دچار صافی کف پادر پیش‌آزمون و پس‌آزمون

www.SID.ir

نتایج تفاوت معناداری در میزان هم‌انقباضی در زیر فازهای مختلف راه رفتن در گروه کنترل دچار صافی کف پادر پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون نشان نداد (P=۰/۰۵).

## بحث و نتیجه‌گیری

هدف از این مطالعه بررسی تأثیر فوری و طولانی مدت کفی بر میزان هم‌انقباضی فعالیت عضلات ساق افراد دچار صافی کف پادر فاز استانس راه رفتن بود. نتایج این مطالعه نشان داد که میزان هم‌انقباضی در زیرفازهای مختلف استانس در افراد دچار صافی کف پا نسبت به افراد نرمال متفاوت است؛ به‌طوری‌که در زیرفازهای میداستانس و پروپالژن این مقادیر در افراد دچار صافی کف پا بیش‌تر است. هم‌چنین نتایج نشان داد که استفاده از کفی هم‌انقباضی را در افراد دچار صافی کف پا در زیرفاز تماس پاشنه افزایش داده و در زیرفاز میداستانس کاهش می‌دهد. در طولانی‌مدت نیز استفاده از کفی باعث تغییر در میزان هم‌انقباضی در فاز تماس پاشنه شده و این مقدار را افزایش داده است.

مطالعات متعددی نشان داده اند که افراد دچار صافی کف پا در فاز استانس دارای بی‌ثباتی بالا و حرکت‌پذیری زیادی در پا هستند (پاول و همکاران، ۲۰۱۰؛ هاک[1] و همکاران، ۲۰۰۸؛ برتانی[2] و همکاران، ۱۹۹۹). هم‌انقباضی جهت‌دار عضلانی یکی از روش‌های اصلی سیستم عصبی است تا این سیستم به‌وسیله آن بتواند وضعیت و موقعیت اندام را ثابت کند (سوزوکی[3]، ۲۰۰۱). نتایج مطالعات نشان داده است که هم‌انقباضی عضلانی و عملکرد عضلات برای تولید حرکت می‌توانند به‌طور مجزا کنترل شوند. به این معنی که مقداری از فعالیت عضلات صرف انجام حرکت شده و مقداری از فعالیت عضلات نیز صرف ایجاد هم‌انقباضی عضلانی شود (یامازاکی[4]، ۱۹۹۴). گری و باسماجیان در مطالعه خود نشان دادند که افراد دچار صافی کف پا برای حفظ ثبات و پایداری پا و نیر برای حفظ قوس طولی داخلی پای خود از عضلات برون پایی و عضلات ساق خود استفاده می‌کنند (گری و باسماجیان، ۱۹۶۸). همچنین فریس[5] و همکاران در سال ۱۹۹۵، بیان کردند که مکانیزم کنترل حرکات عضلات درون پایی می‌تواند باعث فراهم آمدن حمایت اضافی برای ساختار پا باشد و می‌تواند باعث جبران عدم توانایی سیستم اسکلتی در افراد دچار صافی کف پاشود (کای[6] و همکاران، ۱۹۹۱). با با توجه به بی‌ثباتی بیشتر پا در افراد دچار صافی کف پا و بیشتر بودن حرکت پذیری پای آن‌ها، به نظر می‌رسد که یکی از راه‌کارهای جبرانی سیستم عصبی برای جلوگیری از بی‌ثباتی پا، افزایش مقادیر میزان هم‌انقباضی در عضلات ساق پای این افراد است. از دیگر مکانیزم‌های جبرانی بدن برای از بین بردن اثرات بی‌ثباتی پا که ناشی از صافی کف آن است، می‌توان به مطالعه تومی[7] و مکنتاش در سال ۲۰۱۲ اشاره کرد. آنها در مطالعه خود نشان دادند که افراد دچار صافی کف پا، در ناحیه مفصل ران دارای چرخش خارجی بیشتری نسبت به افراد نرمال هستند. افزایش چرخش خارجی ران با ابداکشن پا همراه بوده و باعث کاهش حرکات اضافی پا می‌شود. این مکانیزم به‌صورت هوشمندانه‌ای باعث جبران مکانیزم حرکات اضافی پا در افراد دچار صافی کف پا می‌شود تا از لحاظ بارهای وارده بر ساختارهای اندام تحتانی نسبت به افراد عادی تفاوتی نداشته باشند (تومی و مکنتاش، ۲۰۱۲). این مکانیزم مکانیکی با مکانیزم عصبی هم‌انقباضی همراه می‌شود تا باعث کاهش حرکات اضافی پا شود و بارهای مکانیکی اضافی و بی‌ثباتی پا را کاهش دهند.

میزان هم انقباضی بین دو گروه در فاز تماس پاشنه تفاوتی نداشت. مطالعات گذشته حاکی از این مطلب است که در این فاز، میزان اورژن قسمت عقب[8] پای افراد دچار صافی کف پا، از افراد نرمال بیش‌تر است (پاول و همکاران، ۲۰۱۱؛ مورلی و همکاران،۲۰۰۹a؛ تومی و مکنتاش، ۲۰۱۲). باتوجه به عدم تفاوت از لحاظ عملکرد هم‌انقباضی عضلانی می‌توان چنین نتیجه گرفت که حرکت اضافی عقب پا در زیرفاز تماس پاشنه منشاء غیر عضلانی دارد و عضلات کنترلی روی این حرکت ندارند.

نتایج مطالعه ما نشان داد که در پیش‌آزمون و در وضعیتی که افراد حاضر در گروه تجربی دچار صافی کف پا کفی استفاده کردند، اثر فوری استفاده از کفی باعث افزایش میزان هم‌انقباضی در زیرفاز تماس پاشنه و کاهش این میزان در فاز میداستانس شد. استفاده از این وسایل حرکات اضافی پا را محدود می‌کند (اسلامی و همکاران، ۲۰۰۹؛ ریتچی[9] و

1. Houk
2. Bertani
3. Suzuki
4. Yamazaki
5. Ferris
6. Kaye
7. Twomey
8. Rearfoot
9. Ritchie

Archive of SID

www.SID.ir

همکاران، ۲۰۱۲) و باعث ثبات بیش‌تر پا شده به طوریکه باعث افزایش سوپی‌نیشن پا شده و میزان پرونیشن و مدت زمان باقی ماندن پا در پرونیشن را کاهش می‌دهد (ریتچی و همکاران، ۲۰۱۲). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از کفی در فاز استانس راه رفتن باعث پایداری و ثبات بیشتر پا شده و حرکات اضافی پا را محدود می‌کند و درنتیجه هم-انقباضی عضلات ساق در این افراد کاهش پیدا می‌کند.

نتایج این تحقیق در پس‌آزمون نشان داد که استفاده طولانی مدت از کفی باعث افزایش هم‌انقباضی در زیرفاز تماس پاشنه می‌شود (نتایج مشابه در پیش‌آزمون). در زیرفاز میداستانس پیش‌آزمون در وضعیت استفاده از کفی مقادیر هم‌انقباضی نیز کاهش یافت. نیگ و همکاران در سال ۱۹۹۹ در مطالعه خود بیان کردند تصور اینکه استفاده از کفی‌ها باعث تغییر در فعالیت عضلات می‌شود، مسیر خود ترجیحی دارد. بدین صورت که هرگاه کفی مسیر کنترل حرکتی عضله را حمایت کند، باعث کاهش در فعالیت عضله می‌شود (نیگ و همکاران، ۱۹۹۹). با توجه به اینکه استفاده از کفی باعث تغییر در فعالیت عضلات می‌شود (مورلی و همکاران، ۲۰۰۹a؛ نستر و همکاران، ۲۰۰۳؛ مورلی و همکاران ۲۰۰۶؛ مورلی و همکاران ۲۰۱۰)، در نتیجه هم‌انقباضی عضلانی نیز تغییر می‌کند. از آنجایی‌که معمولاً از کفی‌ها و وسایل اورتوتیکی برای اصلاح و یادگیری الگوهای حرکتی جدید استفاده می‌شود (کائو[1] و همکاران، ۲۰۰۹)، می توان گفت که استفاده از کفی باعث آموزش الگوهای فعالیت عضلانی جدیدی از طریق سیستم عصبی می‌شود و در صورت استفاده مکرر از این الگوها، این الگوهای جدید رفته رفته به الگوی جاری در سیستم حرکتی بدن شده و می‌تواند در طولانی‌مدت و بدون استفاده از کفی تولید شوند.

این مطالعه دارای محدودیت‌هایی بود که از آن جمله می‌توان به عدم مطالعه فعالیت اینورتور اصلی پا یا درشت نئی خلفی اشاره کرد که علت آن نیاز به ثبت الکترومیوگرافی سوزنی بود.

## نتیجه‌گیری کلی

مطالعه حاضر به بررسی شاخص کنترل حرکات اضافی پا (هم‌انقباضی عضلات ساق پا) یا نشان‌دهنده‌ی بی‌ثباتی پا پرداخته است. به‌نظر می‌رسد که این شاخص، معیار مناسبی برای مقایسه عملکرد عضلانی بین افراد با پاسچرهای متفاوت در پا را می‌تواند فراهم کند. همچنین یکی از مکانیزم-های کنترل‌کننده حرکات اضافی پا هم‌انقباضی است و با استفاده از کفی این شاخص دستخوش تغییر می‌شود.

1. Kao

Archive of SID

www.SID.ir

## References


- Anbarian M, Esmailie H, HosseiniNejad SE, Rabiei M, Binabaji H. 2012. Comparison of knee joint muscle`s activity in subjects with genu varum and the controls during walking and running. Journal of Research in Rehabilitation Sciences; 8,298-309. [In Persian].
- Bertani A, Cappello A, Benedetti MG, Simoncini L, Catani F. 1999. Flat foot functional evaluation using pattern recognition of ground reaction data. Clinical Biomechanics; 14,484-493.
- Chen YC, Lou SZ, Huang CY, Su FC. 2010. Effects of foot orthoses on gait patterns of flat feet patients. Clinical Biomechanics; 25,265-270.
- Eslami M, Begon M, Hinse S, Sadeghi H, Popov P, Allard P. 2009. Effect of foot orthoses on magnitude and timing of rearfoot and tibial motions, ground reaction force and knee moment during running. Journal of Science and Medicine in Sport; 12,679–684.
- Ferris L, Sharkey NA, Smith TS, Matthews DK. 1995. Influence of extrinsic plantar flexors on forefoot loading during heel rise. Foot Ankle Int; 16,464-473.
- Gray EG, Basmajian JV. 1968. Electromyography and cinematography of leg and foot (‘‘normal’’ and flat) during walking. Anat. Rec; 161,1–15.
- Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst C, Rau G. 2000. Development of recommendations for sEMG sensor placement procedures. Journal of Electromyography and Kinesiology; 10,361–374.
- Houck J, Tome J, Nawoczenski D. 2008. Subtalar neutral position as an offset for a kinematic model of the foot during walking. Gait & Posture; 28,29–37.
- Hubley-Kozey C, Deluzio KJ, Dunbar M. 2008. Muscle co-activation patterns during walking in those with severe knee osteoarthritis. Clinical Biomechanics; 23,71–80.
- Hunt A, Smith R. 2004. Mechanics and control of the flat versus normal foot during the stance phase of walking. Clinical Biomechanics; 19,391–397.
- Kao PC, Ferris DP. 2009. Motor adaptation during dorsiflexion-assisted walking with a powered orthosis. Gait & Posture; 29,230-236.
- Kaufman KR, Brodine SK, Shaffer RA, Johnson CW, Cullison TR. 1999. The effect of foot structure and range of motion on musculoskeletal overuse injuries. The American Journal of Sports Medicine; 27,585–96.
- Kaye RA, Jahss MH. 1991. Tibialis posterior: a review of anatomy and biomechanics in relation to support of the medial longirudinal arch. Foot Ankle Int; 11,244-247.
- Letafatkar A, Zandi S, Khodaei M, BelaliVoshmesara J, Mazidi M. 2012. Relationship between flat foot deformity, Q angle and knee pain. Journal of Research in Rehabilitation Sciences; 8,170-179. [In Persian].
- Lloyd DG, Buchanan TS. 2001. Strategies of the muscular contributions to the support of static varus and valgus loads at the human knee. Journal of Biomechanics; 34,1257–1267.
- Murley GS a, Menz HB, Landorf. 2009b. Foot posture influences the electromyographic activity of selected lower limb muscles during gait. Journal of Foot and Ankle Research; 26,2-35.
- Murley GS, Bird AR. 2006. The effect of three levels of orthotic wedging on the surface electromyographic activity of selected lower limb muscles during gait. Clinical Biomechanics; 21,1074-1080.
- Murley GS, Landorf KB, Menz HB, Bird AR. 2009a. Effect of foot posture, foot orthoses and footwear on lower limb muscle activity during walking and running: a systematic review. Gait & Posture; 29,172-187.
- Murley GS, Landorf KB, Menz HB. 2010. Do foot orthoses change lower limb muscle activity in flat-arched feet towards a pattern observed in normal-arched feet?. Clinical Biomechanics; 25,728–736.
- Murley GS, Menz HB, Landorf KB. 2009c. A protocol for classifying normal- and flat-arched foot posture for research studies using clinical and radiographic measurements. Journal of Foot and Ankle Research; 4,2-22.
- Nester CJ, van der Linden ML, Bowker P. 2003. Effect of foot orthoses on the kinematics and kinetics of normal walking gait. Gait Posture;17,180-187.
- Nigg B, Cole G, Nachbauer W. 1993. Effects of arch height of the foot on angular motion of the lower extremities in running. Journal of Biomechanics; 26,909–916.
- Nigg BM, Nurse MA, Stefanyshyn DJ. 1999. Shoe inserts and orthotics for sport and physical activities. Med Sci Sports Exerc; 31,421-428.
- Powell DW, Long B, Milner CE, Zhang S. 2011. Frontal plane multi-segment foot kinematics in high- and low-arched females during dynamic loading tasks.Human Movement Science; 30,105–114.
- Ritchie C, Paterson K, Bryant AL, Bartold S, Clark RA. 2011. The effects of enhanced sensory feedback and foot orthoses on midfoot kinematics and lower leg neuromuscular activation. Gait & Posture; 33,576-581.
- Suzuki M, Shiller DM, Gribble PL, Ostry DJ. 2001. Relationship between cocontraction, movement kinematics and phasic muscle activity in single-joint arm movement. Exp Brain Res; 140,171–181.
- Tweed JL, Campbell JA, Avil SJ. 2008. Biomechanical risk factors in the development of medial tibial stress syndrome in distance runners.Journal of the American Podiatric Medical Association; 98,436–44.
- Twomey DM, McIntosh AS. 2012. The effects of low arched feet on lower limb gait kinematics in children. The Foot; 22,60-65.
- Williams D, McClay I, Hamill J, Buchanan T. 2001. Lower extremity kinematic and kinetic differences in runners with high and low arches. Journal of Applied Biomechanics; 17,153–63.
- Yamazaki Y, Ohkuwa T, Itoh H, Suzuki M. 1994. Reciprocal activation and coactivation in antagonistic muscles during rapid goal-directed movements. Brain Res Bull; 34,587-593.


Archive of SID

www.SID.ir