

تأثیر استفاده از کفی‌های طبی در میزان مصرف انرژی افراد دچار صافی کف پا طی راه رفتن

محمدتقی کریمی*، نیلوفر فرشته‌نژاد^۱، فاطمه پل^۱

چکیده

مقدمه: کاهش ارتفاع قوس طولی داخلی پا تحت عنوان صافی کف پا خوانده می‌شود. تحقیقات بسیاری پیرامون اثبات تأثیر صافی کف پا بر ویژگی‌های راه رفتن افراد صورت گرفته است، اما در زمینه تأثیر کف پای صاف بر مصرف انرژی این افراد شواهد اندکی وجود دارد. هدف از مطالعه حاضر، بررسی تأثیر صافی کف پا و درمان ارتزی آن بر تغییرات مصرف انرژی این بیماران بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه دو گروه ۲۵ نفری از افراد سالم و دارای کف پای صاف شرکت کردند. مطالعه از نوع کارآزمایی بالینی بود. نمونه‌های مورد نظر از بین دانشجویان و کارمندان خانم دانشگاه علوم پزشکی اصفهان با میانگین سنی ۲۱ سال انتخاب شدند. ارزیابی هر دو پای افراد هر دو گروه از طریق فوت‌پرینت و به کمک نرم‌افزار Solid work انجام شد. برای اندازه‌گیری میزان مصرف انرژی از متغیر شاخص نرخ فیزیولوژیکی (Physiological cost index یا PCI) استفاده گردید. بررسی این متغیر با کمک سیستم اندازه‌گیری ضربان قلب در حین حرکت، ساخت شرکت پولار صورت گرفت. تفاوت بین PCI هر دو گروه توسط آزمون Two sample t و تأثیر استفاده از ارتز توسط آزمون Paired t مورد بررسی قرار گرفت. میزان متوسط PCI در افراد سالم ۰/۳۶۸ و در افراد با صافی کف پا ۰/۳۵۷ ارزیابی گردید ($P = ۰/۰۳۹۳$).

یافته‌ها: مصرف انرژی افراد دچار صافی کف پا نسبت به افراد سالم تفاوت محسوسی داشت. استفاده از کفی طبی عملکرد افراد دچار صافی کف پا را حین راه رفتن ارتقاء داد ($P < ۰/۰۵$). مقدار مصرف انرژی بر اساس پارامترهای PCI و THB (Total heart rate beat) تفاوت معنی‌داری را حین استفاده از کفی و بدون کفی نشان داد ($P < ۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: راستای نامطلوب مفاصل اندام تحتانی در بیماران دچار صافی کف پا موجب افزایش PCI در افراد این گروه نسبت به افراد سالم می‌شود و استفاده از کفی‌های طبی موجب بهبود راستای پا و در نتیجه کاهش مصرف انرژی در این افراد می‌گردد.

کلید واژه‌ها: صافی کف پا، مصرف انرژی، شاخص نرخ فیزیولوژیکی، راه رفتن، کفی طبی

تاریخ دریافت: ۹۰/۷/۲۶

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۲/۱۳

مقدمه

کف پا به صورت کاهش قوس طولی داخلی پا، بدشکلی‌های والگوس پاشنه پا و برجستگی داخلی تالوس شرح داده می‌شود. عوامل بسیاری موجب این بدشکلی می‌شود که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به شلی لیگامانی، بدشکلی چرخشی تیبیا، وجود استخوان نایکولار اضافه (Accessory navicular)، عمودی بودن مادرزادی تالوس و وجود پل‌های بین استخوانی اشاره

پا نیز مانند بسیاری از بخش‌های بدن انسان تغییرات ساختاری بسیار زیادی دارد. یکی از مهم‌ترین و متغیرترین ویژگی‌های ساختاری پا، ارتفاع قوس طولی داخلی (MLA) یا (Medial longitudinal arch) می‌باشد (۱). کاهش ارتفاع این قوس تحت عنوان کف پای صاف خوانده می‌شود. صافی

* دکترای اعضای مصنوعی و وسایل کمکی، عضو هیأت علمی، دانشکده علوم توان‌بخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
Email: mohammad.karimi.bioengineering@gmail.com

۱- کارشناسی اعضای مصنوعی و وسایل کمکی، دانشکده علوم توان‌بخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

کرد (۹-۲).

وجود دارد. علاوه بر این به طور کامل مشخص نیست که آیا پوشیدن ارتز بر میزان مصرف انرژی تأثیر دارد و یا خیر. تنها تحقیق مشابه منتشر شده در این زمینه توسط Otman و همکاران صورت گرفته است (۲۲). بر اساس این مطالعه استفاده از ارتز موجب کاهش مصرف انرژی، بر اساس معیار اندازه‌گیری مصرف اکسیژن (Oxymety) شد. اما این اندازه‌گیری به روش دقیق و استاندارد صورت نگرفته است. بنابراین هدف مطالعه حاضر پی بردن به تفاوت مصرف انرژی بین افراد سالم و افراد دچار صافی کف پا و ارزیابی تأثیر استفاده از کفی‌های طبی بر مصرف انرژی حین راه رفتن بود.

مواد و روش‌ها

مطالعه از نوع کارآزمایی بالینی و مقطعی بود. در این پروژه دو گروه ۲۵ نفری از افراد سالم و افراد دچار صافی کف پا شرکت کردند. نمونه‌های مورد نظر از بین کارمندان و دانشجویان خانم دانشگاه علوم پزشکی اصفهان به صورت احتمالی انتخاب شدند و در محل آزمایشگاه بیومکانیک دانشکده علوم توان‌بخشی اصفهان مورد بررسی قرار گرفتند. شاخص‌های صافی کف پای همه نمونه‌ها حین ایستادن (استاتیک) و حین راه رفتن (دینامیک) توسط فوت‌پرینت بررسی گردید (۲۶-۲۳). ویژگی‌های افراد مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است.

پیش از انجام تست‌ها از همه افراد شرکت کننده در این پروژه رضایت‌نامه اخلاقی دریافت شد.

روش کار:

همه افراد در مورد شیوه انجام تست‌ها آموزش داده شدند و سپس وزن و قد آن‌ها اندازه‌گیری و ثبت گردید. در مرحله بعد، شاخص‌های صافی کف پای همه داوطلبین در وضعیت‌های استاتیک و دینامیک اندازه‌گیری شد.

شیوع صافی کف پا در گروه‌های سنی مختلف بین ۰/۶۹ تا ۲۸ درصد گزارش شده است (۱۳-۱۰). شیوع کف پای صاف در کشورهای عربی ۵ درصد و بر عکس در میان پسران جوان ترک ۰/۶۹ درصد گزارش شده است (۱۳). صافی کف پا موجب عوارض ناخوشایند بسیاری چون درد پاشنه، بونیون (Bunion) (بیرون‌زدگی مفصل شست پا)، انگشت چکشی (Hammer toe)، شین اسپلینت (Shin splints) (درد جلوی ساق پا)، درد زانو و هیپ و کمردرد می‌گردد (۱۶-۱۴، ۶).

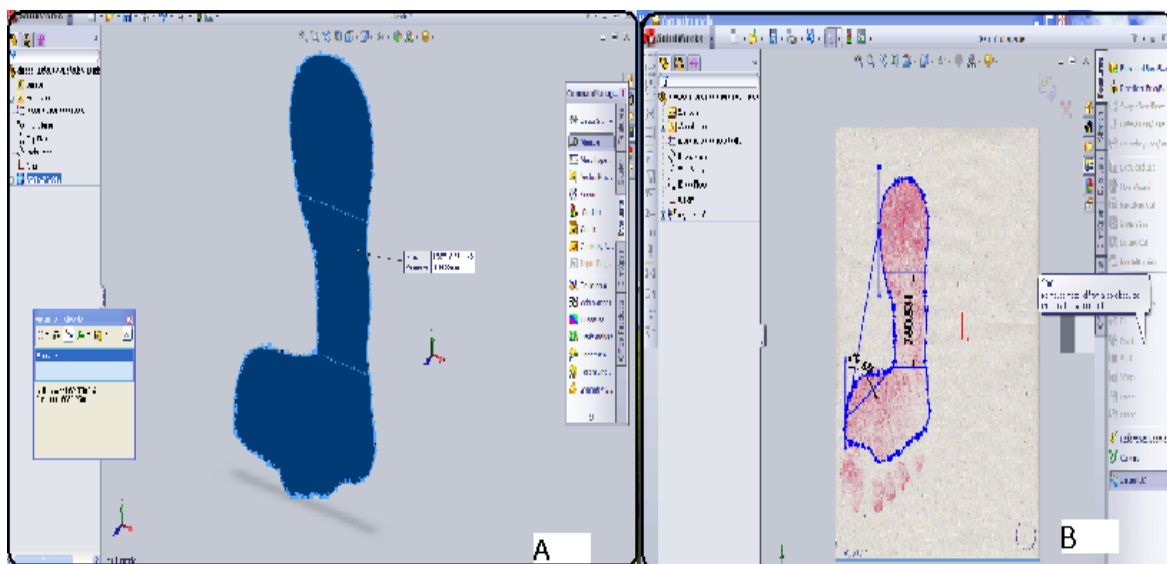
ارتزهای متنوعی برای ساپورت قوس طولی داخلی پا و کاهش عوارض ناشی از صافی کف پا طراحی و استفاده می‌شود (۱۸-۱۶). به تازگی مطالعات بیومکانیکی نشان داده‌اند که کفی‌های طبی راستای قوس طولی داخلی را بهبود می‌بخشد و طول مدت فاز استانس را حین راه رفتن روی سطوح هموار افزایش می‌دهد. به این ترتیب بدشکلی‌های زاویه‌ای پا را که از عوارض صافی کف پا می‌باشد، کاهش می‌دهد (۱۹، ۱۷). طی مطالعات بسیار، ویژگی‌های راه رفتن افراد سالم و افراد دچار صافی کف پا بررسی شده است (۲۰، ۱۹). این مطالعات نشان می‌دهد پای افراد دچار عارضه صافی نسبت به افراد سالم، بازو و زاویه پلاتنار فلکشن بیش‌تری در مچ پا نشان می‌دهد (۱۹).

علاوه بر این شواهد نشان می‌دهد که وضعیت پرونیشن پا در مقایسه با وضعیت سوپینیشن و نرمال پا موجب افزایش میزان EMG (Electromyogram) عضلات اینورتور [تیبیالیس پوستریور (Tibialis posterior)] و کاهش میزان EMG عضلات اورتور [پرونئوس لانگوس (Pronus longus)] می‌شود (۲۱).

با بررسی‌های صورت گرفته این نتیجه حاصل شد که شواهد اندکی در زمینه تأثیر صافی کف پا بر مصرف انرژی

جدول ۱. ویژگی‌های افراد شرکت کننده در این مطالعه (میانگین \pm انحراف معیار)

متغیر مورد بررسی	سن	وزن (کیلوگرم)	قد (متر)	جنسیت
افراد دچار صافی کف پا	$21/63 \pm 3/2$	$58/86 \pm 5/6$	$1/63 \pm 0/05$	مؤنث
افراد سالم	$22/3 \pm 2/3$	$57 \pm 5/8$	$1/64 \pm 0/06$	مؤنث



شکل ۱. اندازه‌گیری شاخص قوس و زاویه فوت‌پرینت توسط نرم‌افزار Solid work

صافی کف پا (با و بدون کفی طبی) طی راه رفتن از سیستم کنترل ضربان قلب (Heart rate monitoring) استفاده شد. ضربان قلب طی استراحت و راه رفتن و سرعت راه رفتن فاکتورهای به کار گرفته شده جهت ارزیابی مصرف انرژی بر اساس شاخص نرخ فیزیولوژیکی PCI یا Physiological cost index) می‌باشند که بر اساس فرمول زیر محاسبه می‌گردد (۳۷).

$$PCI = \frac{\text{ضربان/دقیقه (ضربان طی استراحت - ضربان طی فعالیت)}}{\text{سرعت راه رفتن (متر/دقیقه)}} \times \left(\frac{\text{ضربان}}{\text{متر}} \right)$$

جهت تست مصرف انرژی از سیستم اندازه‌گیری ضربان قلب (Heart rate monitoring) حین حرکت، ساخت شرکت پولار (Polar company) استفاده شد. این سیستم شامل یک فرستنده می‌باشد که داخل کمربندی تعبیه شده است. گیرنده و ثبت کننده داخل یک ساعت مچی مخصوص کار گذاشته شده است. کمربند دارای دو الکتروود می‌باشد که با پارچه کشی مخصوصی پوشیده شده است و حول سینه و زیر خط نیپل (Nipple line) بسته می‌شود. ضربان قلب دریافت شده به

برای به دست آوردن اثر جای پای هر فرد، کف هر دو پای آن‌ها در وضعیتی که رو به روی صفحه مورد نظر روی صندلی نشسته بودند، با رنگ انگشتی آغشته شد. به کمک آزمون گر از فرد خواسته شد هر دو پا را همزمان روی صفحه مورد نظر قرار دهد و با توزیع یکنواخت وزن بر روی هر دو پا به مدت ۳۰ ثانیه بایستد. جهت ادامه مطالعه میانگین شاخص‌های پای سمت راست و سمت چپ افراد برای آنالیز مورد استفاده قرار گرفت.

طی مرحله بعد از هر فرد درخواست شد با پاهای آغشته به رنگ روی مسیر کاغذی مورد نظر به صورت عادی گام بردارد. جهت ارزیابی شدت صافی کف پا معیارهای شاخص قوس (Arch index) و زاویه فوت‌پرینت (Footprint) انتخاب شد. سپس فوت‌پرینت‌های استاتیک و دینامیک همه افراد اسکن شد. متغیرهای فوق از طریق نرم‌افزار Solid work مورد ارزیابی قرار گرفت (شکل ۱). روایی و دقت این نرم‌افزار بر اساس تست Pilot صورت گرفته در این پروژه بیش از ۰/۹۵ بود ($P < 0/01$).

روند به کار گرفته شده جهت تست مصرف انرژی:
جهت اندازه‌گیری میزان مصرف انرژی افراد سالم و افراد دچار

افراد با صافی کف پا با استفاده از Two sample t-test مورد ارزیابی قرار گرفت. ارتباط بین شاخص های پا و میزان مصرف انرژی بر اساس PCI و THB با استفاده از Pearson correlation محاسبه شد.



شکل ۲. ساپورت قوس طولی مورد استفاده در این پروژه

یافته ها

متوسط شاخص قوس و زاویه فوت پرینت در شرایط استاتیک و دینامیک همه نمونه ها در جدول ۲ نشان داده شده است که حاکی از تفاوت بارز بین افراد سالم و افراد دچار صافی کف پا می باشد. بر اساس جدول مذکور متوسط مصرف انرژی بر پایه PCI برای افراد با صافی کف پا $0/368$ ضربان بر متر می باشد، در حالی که این فاکتور برای افراد سالم $0/357$ ضربان بر متر می باشد (P تفاوت $0/0393$). نتایج حاصله از محاسبه پارامتر THB (تعداد ضربان حین راه رفتن نسبت به مسافت طی شده) نیز به صورت $1/58$ ضربان بر متر در افراد سالم در مقایسه با $1/6$ ضربان بر متر در افراد دچار صافی کف پا برآورد شد.

استفاده از ارتز موجب کاهش PCI و THB افراد دچار صافی کف پا و به دنبال آن موجب ارتقای عملکرد آن ها شد. افزون بر این سرعت راه رفتن افراد حین راه رفتن با کفی در مقایسه با راه رفتن بدون کفی بیشتر گردید. همان طور که از جدول ۳ استنباط می شود عملکرد افراد دچار صافی کف پا با کفی حتی در مقایسه با افراد سالم نیز ارتقاء یافته است.

کمک امواج الکترومغناطیس به ساعت مچی منتقل می گردد. دقت این سیستم در جمع آوری ضربان قلب $+1$ ضربان بر دقیقه می باشد. داخل آزمایشگاه مسیر $22/04$ متر به شکل ۸ ترسیم شد. راه رفتن روی این مسیر موجب می شود فرد سرعت ثابتی طی راه رفتن داشته باشد. افزون بر این تأثیر اندام مقابل نیز حذف می گردد. از همه افراد درخواست شد حداقل دو ساعت پیش از انجام تست از هیچ گونه خوراکی و یا نوشیدنی نظیر چای یا قهوه استفاده نکنند و طی جلسات مراجعه افراد کفش اسپرت بین $1/5$ تا 3 سانتی متر پاشنه و لباس یکسان و راحت بپوشند. حد پایین ضربان قلب بر روی 40 ضربان بر دقیقه تنظیم شد و اطلاعات طی بازه های زمانی 5 ثانیه ثبت گردید. به طور کلی تست بر اساس روند زیر انجام گرفت:

مرحله اول: دستگاه بر روی بدن بیمار نصب گردید.

مرحله دوم: ضربان قلب طی بازه زمانی 5 دقیقه استراحت ثبت گردید.

مرحله سوم: فرد برای 2 دقیقه ایستاد.

مرحله چهارم: فرد به مدت 10 دقیقه با سرعت معمول خود بر روی مسیر مذکور راه رفت و جمع آوری اطلاعات صورت گرفت.

مرحله پنجم: فرد برای 5 دقیقه نشست و جمع آوری اطلاعات ادامه یافت.

متوسط ضربان قلب در زمان های $4-1$ و $21-18$ دقیقه و برای سنجش نهایی ضربان قلب در بازه های استراحت و متوسط ضربان قلب حین راه رفتن بین دقایق $7-4$ مورد بررسی قرار گرفت.

ساپورت قوس طولی مورد استفاده در این پروژه بر اساس سایز پای هر فرد به روش استاندارد از چرم و فوم پلی اتیلن با چگالی متوسط ساخته شده بود (شکل ۲) (۲۸).

توزیع نرمال متغیرها توسط تست Shapiro-Wilk (با ضریب اطمینان $0/05$) بررسی گردید. به دلیل این که متغیرها توزیع نرمال داشتند، تست پارامتری برای تحلیل نهایی به کار رفت. تفاوت بین متوسط PCI، فوت پرینت و مجموع تعداد ضربان قلب (Total heart rate beat یا THB) افراد سالم و

جدول ۲. ویژگی های مورد بررسی قرار گرفته جهت ارزیابی صافی کف پا در افراد مورد مطالعه (میانگین \pm انحراف معیار)

متغیر مورد بررسی	شاخص قوس (استاتیک)	زاویه فوت پرینت (استاتیک)	شاخص قوس (دینامیک)	زاویه فوت پرینت (دینامیک)
افراد دچار صافی کف پا	۰/۲۶۶۶ \pm ۰/۰۳۷۸	۴۲/۶۳۲۴ \pm ۶/۱۰۷۵	۰/۲۸۰۰ \pm ۰/۰۳۲۰	۳۶/۴۳۲۹ \pm ۱۰/۹۳۱۴
افراد سالم	۰/۲۰۷۷ \pm ۰/۰۳۴۸	۴۹/۰۵۰۰ \pm ۷/۰۶۰۰	۰/۲۰۸۵ \pm ۰/۰۲۷۸	۴۶/۴۲۰۰ \pm ۶/۷۸۰۰

جدول ۳. سرعت راه رفتن، PCI* و THB** افراد دچار صافی کف پا با و بدون کفی طبی و افراد سالم (میانگین \pm انحراف معیار)

متغیر مورد بررسی	سرعت راه رفتن (متر/دقیقه)	PCI (ضربان/متر)	THB (ضربان/متر)
افراد سالم	۶۹/۱۶۰۰ \pm ۱۱/۸۵۰۰	۰/۳۶۸۷ \pm ۰/۰۸۰۰	۱/۵۸۰۰ \pm ۰/۲۷۳۰
افراد دچار صافی کف پا بدون کفی طبی	۶۷/۴۳۵۸ \pm ۱۰/۲۴۰۷	۰/۳۵۷۰ \pm ۰/۰۷۳۵	۱/۶۰۲۶ \pm ۰/۲۱۴۵
P	۰/۲۹۲۰	۰/۰۳۹۳	۰/۰۳۰۰
افراد سالم	۶۹/۱۶۰۰ \pm ۱۱/۸۵۰۰	۰/۳۶۸۷ \pm ۰/۰۸۰۰	۱/۵۸۰۰ \pm ۰/۲۷۳۰
افراد دچار صافی کف پا با کفی طبی	۶۹/۱۴۱۱ \pm ۱۱/۴۳۱۳	۰/۳۱۷۷ \pm ۰/۰۹۹۳	۱/۵۸۰۵ \pm ۰/۲۳۳۵
P	۰/۲۹۷۰	۰/۰۲۶۰	۰/۴۸۱۸
افراد دچار صافی کف پا بدون کفی طبی	۶۷/۴۳۵۸ \pm ۱۰/۲۴۰۷	۰/۳۵۷۰ \pm ۰/۰۷۳۵	۱/۶۰۲۶ \pm ۰/۲۱۴۵
افراد دچار صافی کف پا با کفی طبی	۶۹/۱۴۱۱ \pm ۱۱/۴۳۱۳	۰/۳۱۷۷ \pm ۰/۰۹۹۳	۱/۵۸۰۵ \pm ۰/۲۳۳۵
P	۰/۰۱۲۰	۰/۰۰۵۵	۰/۰۵۰۰

* شاخص نرخ فیزیولوژیکی (Physiological cost index)

** مجموع تعداد ضربان قلب (Total heart rate beat)

افراد سالم بیشتر می باشد. از سوی دیگر بر طبق مطالعات بیومکانیک صورت گرفته، پارامتر راه رفتن افراد سالم و افراد با صافی کف پا نسبت به هم متفاوت می باشد. Hunt و Smith در تحقیقات خود نشان داده اند که در یک پای دچار صافی طی فاز استانس راه رفتن پیک گشتاور و زاویه پلانتر فلکشن بزرگتری در ناحیه مچ پا ایجاد می گردد (۱۹). به علاوه عضلات اینورتور (Tibialis posterior) در پایی با وضعیت پرونیشن، مقدار EMG بیش تری از خود بروز می دهد (۲۹). از سوی دیگر نیروی اعمالی به ساختار لیگامانی پای افراد با صافی کف پا نیز نسبت به پای افراد سالم بیشتر می باشد. نتیجه اعمال این نیروی بزرگتر به MLA موجب می شود که عضله Tibialis posterior جهت حفظ قوس پا کار بیش تری را متحمل شود. به همین دلیل مقدار مصرف انرژی افراد دچار صافی کف پا به دنبال فعالیت بیشتر عضلات ساق پای آن ها نسبت به افراد سالم بیشتر می گردد (۲۹، ۲۰، ۱۹).

ارتباط بین شاخص های پای افراد با صافی کف پا و میزان مصرف انرژی توسط همبستگی متقابل Pearson بررسی شد. همبستگی متقابل بین شاخص قوس و PCI، شاخص قوس و THB به ترتیب ۰/۴۹۴ و ۰/۴۹۳ (با P کمتر از ۰/۰۵) برآورد شد.

بحث

همان طور که گفته شد صافی کف پا به صورت کاهش قوس طولی داخلی پا، بدشکلی والگوس پاشنه و برجستگی داخلی تالوس تعریف می شود (۱۰، ۷، ۵). متأسفانه تحقیقات مفصلی در زمینه تأثیر صافی کف پا بر مصرف انرژی حین راه رفتن صورت نگرفته است. نیز تأثیر کفی بر عملکرد راه رفتن این افراد مشخص نمی باشد. بنابراین هدف از پروژه حاضر یافتن تفاوت مصرف انرژی افراد سالم نسبت به افراد با صافی کف پا بود.

بر اساس نتایج حاصله از جدول ۳، PCI و THB افراد با صافی کف پا حین راه رفتن بر روی سطح هموار نسبت به

صافی کف پا نشان نمی‌داد. لازم به ذکر است که ضربان قلب (که به عنوان پارامتر اصلی در مطالعه Otman و همکاران به کار گرفته شده است) تحت تأثیر شرایط محیطی و فیزیولوژیکی، متغیر می‌باشد. بنابراین نمی‌تواند جهت نشان دادن تأثیر ارتز حین راه رفتن معیار مناسبی باشد (۳۱). در صورتی که در مطالعه حاضر از فاکتور PCI استفاده گردید و بدین ترتیب تأثیر عوامل فوق کاهش یافت.

همان طور که در جدول ۴ نشان داده شده است ارتباط فاحشی بین میزان مصرف انرژی و شدت صافی کف پا بر اساس معیار شاخص قوس وجود دارد که گواه بر فعالیت بیش از حد عضلات حمایت کننده قوس طولی داخلی در این گروه از بیماران می‌باشد. قابل توجه است که بزرگتر بودن شاخص صافی کف پا رابطه مستقیمی با افزایش مصرف انرژی دارد. در این مطالعه نواقص و محدودیت‌هایی وجود دارد از جمله مدت زمان پی‌گیری که محدود و کوتاه بود و نیز تعداد افراد مورد مطالعه که بسیار اندک بودند. بنابراین پیشنهاد می‌شود که پروژه مشابهی با نمونه‌گیری وسیع‌تر صورت گیرد و PCI نیز پس از بازه زمانی طولانی‌تری به همان شیوه مورد بررسی قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

نتایج این پروژه نشان داد که تفاوت بارز و معنی‌داری بین PCI افراد سالم و افراد با صافی کف پا در نتیجه نقص راستای پای افراد بیمار وجود دارد. استفاده از ساپورت قوس طولی ساختار پا را تنظیم می‌نماید و مصرف انرژی را طی راه رفتن می‌کاهد.

استفاده از کفی طبی، PCI را کاهش می‌دهد و به دنبال آن کارایی راه رفتن افراد با صافی کف پا ارتقاء می‌یابد. استفاده از کفی‌های طبی مناسب، ساختار اسکلتی پا را تنظیم و الگوی گشتاوری اندام تحتانی را حین راه رفتن اصلاح می‌کند. استفاده از ساپورت قوس طولی موجب کمک به Tibialis posterior در کاهش پرونیشن پا می‌شود. همچنین می‌توان در این زمینه به تأثیر ساپورت قوس طولی بر حرکات و گشتاور مچ پا و زانوها نیز اشاره کرد (۳۰، ۲۱-۱۹).

بر اساس این مطالعه مصرف انرژی افراد با صافی کف پا با استفاده از کفی مناسب حین راه رفتن بر سطح هموار حتی نسبت به افراد سالم کمتر بود. کاملاً واضح و میرهن است که ساختار قوس طولی پا در طول فاز تحمل وزن روی یک پا (Single limb support) به کمک عضله Tibialis posterior حفظ می‌گردد. استفاده از ساپورت قوس طولی از فشردن قوس ممانعت می‌کند و به صورت غیر مستقیم از فعالیت عضلات می‌کاهد. بدین ترتیب مصرف انرژی طی راه رفتن کاهش می‌یابد (۲۹).

بر اساس بررسی‌های انجام شده مقالات اندکی در زمینه عملکرد افراد دچار صافی کف پا بر پایه مصرف انرژی یافت شد. نتیجه تحقیقات آقای Otman و همکاران نشان داد که مصرف انرژی بر اساس اندازه‌گیری مصرف اکسیژن در مورد افراد دچار صافی کف پا با استفاده از کفی طبی مناسب کاهش می‌یابد (۲۲). اما ضربان قلب در بازه استراحت، فشار خون و مصرف اکسیژن تفاوت چندانی را بین افراد سالم و افراد با

جدول ۴. ارتباط بین شاخص‌های پا و مصرف انرژی طی راه رفتن

متغیر مورد بررسی	شاخص قوس (استاتیک)		شاخص قوس (دینامیک)		زاویه فوت پرینت (دینامیک)		P	متغیر مورد بررسی
	Pearson correlation	P	Pearson correlation	P	Pearson correlation	P		
PCI*	۰/۴۹۴۰	۰/۰۱۸۵	۰/۱۸۱۰	۰/۲۵۱۰	۰/۱۴۵۰	۰/۲۸۹۵		
THB**	۰/۴۶۳۵	۰/۰۲۳۰	۰/۲۱۷۰	۰/۲۱۰۰	۰/۱۲۹۰	۰/۳۷۸۵		

* شاخص نرخ فیزیولوژیکی (Physiological cost index)

** مجموع تعداد ضربان قلب (Total heart rate beat)

تشکر و قدردانی

دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی اصفهان به خاطر همکاری
صمیمانه‌شان تشکر و قدردانی می‌گردد.

از همه استادان دانشکده علوم توانبخشی و هم چنین تمامی

References

1. Dommissie GF. Flat foot: I. S Afr Med J 1972; 45(24): 663-7.
2. Symington J. Anatomy of Acquired Flat-Foot. J Anat Physiol 1884; 19(Pt 1): 82-93.
3. Mauch M, Grau S, Krauss I, Maiwald C, Horstmann T. Foot morphology of normal, underweight and overweight children. Int J Obes (Lond) 2008; 32(7): 1068-75.
4. Domzalski M, Kwapisz A, Krol A, Jedrzejewski K. [The role of plantar calcaneonavicular ligament complex in the development of the adult flat foot--anatomical study]. Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol 2007; 72(4): 265-8.
5. Riccio V, Porpora G, Riccio I. [Pediatric flat foot: a review]. Pediatr Med Chir 2009; 31(5): 201-4.
6. Tryfonidis M, Jackson W, Mansour R, Cooke PH, Teh J, Ostlere S, et al. Acquired adult flat foot due to isolated plantar calcaneonavicular (spring) ligament insufficiency with a normal tibialis posterior tendon. Foot Ankle Surg 2008; 14(2): 89-95.
7. Meehan RE, Brage M. Adult acquired flat foot deformity: clinical and radiographic examination. Foot Ankle Clin 2003; 8(3): 431-52.
8. Elftman NW. Nonsurgical treatment of adult acquired flat foot deformity. Foot Ankle Clin 2003; 8(3): 473-89.
9. Rose GK, Welton EA, Marshall T. The diagnosis of flat foot in the child. J Bone Joint Surg Br 1985; 67(1): 71-8.
10. Abdel-Fattah MM, Hassanin MM, Felembane FA, Nassaane MT. Flat foot among Saudi Arabian army recruits: prevalence and risk factors. East Mediterr Health J 2006; 12(1-2): 211-7.
11. Pfeiffer M, Kotz R, Ledl T, Hauser G, Sluga M. Prevalence of flat foot in preschool-aged children. Pediatrics 2006; 118(2): 634-9.
12. Rao UB, Joseph B. The influence of footwear on the prevalence of flat foot. A survey of 2300 children. J Bone Joint Surg Br 1992; 74(4): 525-7.
13. Cilli F, Pehlivan O, Keklikci K, Mahirogullari M, Kuskucu M. Prevalence of flatfoot in Turkish male adolescents. Eklem Hastalik Cerrahisi 2009; 20(2): 90-2.
14. Spahn G, Schiele R, Hell AK, Klinger HM, Jung R, Langlotz A. [The prevalence of pain and deformities in the feet of adolescents. Results of a cross-sectional study]. Z Orthop Ihre Grenzgeb 2004; 142(4): 389-96.
15. Takao M, Komatsu F, Oae K, Miyamoto W, Uchio Y, Ochi M, et al. Proximal oblique-domed osteotomy of the first metatarsal for the treatment of hallux valgus associate with flat foot: effect to the correction of the longitudinal arch of the foot. Arch Orthop Trauma Surg 2007; 127(8): 685-90.
16. Toolan BC. The treatment of failed reconstruction for adult acquired flat foot deformity. Foot Ankle Clin 2003; 8(3): 647-54.
17. Murley GS, Landorf KB, Menz HB. Do foot orthoses change lower limb muscle activity in flat-arched feet towards a pattern observed in normal-arched feet? Clin Biomech (Bristol, Avon) 2010; 25(7): 728-36.
18. Yang Y, Bai LW, Zhang YP. [Diagnosis and treatment of post traumatic spasmodic flat foot]. Zhongguo Gu Shang 2008; 21(12): 917-8.
19. Hunt AE, Smith RM. Mechanics and control of the flat versus normal foot during the stance phase of walking. Clin Biomech (Bristol, Avon) 2004; 19(4): 391-7.
20. Giannini S, Catani F, Ceccarelli F, Girolami M, Benedetti MG. Kinematic and isokinetic evaluation of patients with flat foot. Ital J Orthop Traumatol 1992; 18(2): 241-51.
21. Chen YC, Lou SZ, Huang CY, Su FC. Effects of foot orthoses on gait patterns of flat feet patients. Clin Biomech (Bristol, Avon) 2010; 25(3): 265-70.
22. Otman S, Basgoze O, Gokce-Kutsal Y. Energy cost of walking with flat feet. Prosthet Orthot Int 1988; 12(2): 73-6.
23. Wearing SC, Hills AP, Byrne NM, Hennig EM, McDonald M. The arch index: a measure of flat or fat feet? Foot Ankle Int 2004; 25(8): 575-81.
24. Kulthanan T, Techakampuch S, Bed ND. A study of footprints in athletes and non-athletic people. J Med Assoc Thai 2004; 87(7): 788-93.
25. Didia BC, Omu ET, Obuoforibo AA. The use of footprint contact index II for classification of flat feet in a Nigerian population. Foot Ankle 1987; 7(5): 285-9.

26. Echarri JJ, Forriol F. The development in footprint morphology in 1851 Congolese children from urban and rural areas, and the relationship between this and wearing shoes. *J Pediatr Orthop B* 2003; 12(2): 141-6.
27. Nene AV. Physiological cost index of walking in able-bodied adolescents and adults. *Clinical Rehabilitation* 1993; 7(4): 319-26.
28. Redford JB. *Orthotics, Etcetera (Rehabilitation Medicine Library)*. 3rd ed. Philadelphia, PA: Williams & Wilkins; 1986.
29. Murley GS, Menz HB, Landorf KB. Foot posture influences the electromyographic activity of selected lower limb muscles during gait. *J Foot Ankle Res* 2009; 2: 35.
30. Murley GS, Menz HB, Landorf KB. A protocol for classifying normal- and flat-arched foot posture for research studies using clinical and radiographic measurements. *J Foot Ankle Res* 2009; 2: 22.
31. Jessica R, Gibson GJ. *Human walking*. 2nd ed. Philadelphia, PA: Williams & Wilkins; 1994.

The impact of foot insole on the energy consumption of flat foot subjects during walking

*Mohammad Taghi Karimi**, *Niloofar Fereshtenejad¹*, *Fatemeh Pol¹*

Received date: 18/10/2011

Accept date: 03/03/2012

Abstract

Introduction: The human foot contains one of the most variable structures of the body, namely the medial longitudinal arch. Decreasing the height of this arch is called flat foot. Although there is some evidence regarding the influence of flat foot on gait performance of subjects with flat arch, there is no strong evidence to support the effect of flat foot on energy consumption. Therefore, the aim of this study was to evaluate the contribution of flat foot in energy consumption.

Materials and Methods: Two groups of 25 normal and flat-footed subjects were recruited in this research project. They were selected from the female staff and students of Isfahan University of Medical Sciences. The foot indexes of both groups were obtained using footprint method through Solid Work software. The physiological cost index of the subjects was measured by use of heart rate monitoring system (Polar Electro Finland). The difference between the PCI of subjects in the two studied groups was statistically determined via t-test. In addition, the influence of using insole was evaluated by use of paired t-test.

Results: The energy consumption of flat foot subjects differed significantly from that of normal subjects (the PCI of normal and flat arch subjects was 0.357 and 0.368 beats/m, respectively). Usage of foot insole improved the performance of the flat foot subjects during walking.

Conclusion: The PCI of subjects affected by flat foot is more than that of normal subjects due to the misalignment of foot structure. Moreover, the application of foot insole improved foot alignment and decreased energy consumption.

Keywords: Flat foot, Energy consumption, Physiological cost index (PCI), Walking, Foot insole

* PhD in Orthotics and Prosthetics, Academic Board Member, School of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran Email: mohammad.karimi.bioengineering@gmail.com

1. BSc in Orthotics and Prosthetics, School of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran