Providing a New Parameter to indicate the foot Alignment in People with Flat Feet

Karimi M.T[1], Tahmasebi R[2], Satvati B[3]

Abstract

Purpose: Flatfoot is characterized based on the height of medial longitudinal arch of foot relative to the ground. The most common methods employed to evaluate the severity of flatfoot and influences of foot insole on alignment of foot structure in static situation are foot print method and application of X-ray. However, both of them have some limitations and cannot be used during walking while subject uses insole. Therefore, the aim of this research was to find a parameter which represents the alignment of foot structure while walking.

Methods: Two groups of normal and flat arch subjects were recruited in this study. The location of center of ankle joint (COJ) and center of pressure (COP) while walking was obtained by application of Qualysis motion analysis system and a force plate. The area between COP and COJ in the medial side to total area was the new parameter used in the present study**.**

Results: The mean value of the new parameter was 74.65±7.15 and 91.86±12.4 for normal and flatfoot subjects, respectively. It seems that the new parameter can be used to check the alignment of foot structure during walking.

Conclusion: In flat arch subjects, the center of pressure located in the medial side. In contrast, in normal subjects the COP located mostly in the lateral side. Using foot insole translates the COP from medial side to lateral side.

Key words: Flat foot, Walking, Foot alignment, Insole, Orthosis

دریافت مقاله:۹۳/۴/۲۹ تایید مقاله:۹۳/۱۲/۲۵

ارائه‌ی پارامتری جدید جهت نشان دادن راستای پا در افراد مبتلا به صافی کف پا

محمد تقی کریمی[۱]، راضیه طهماسبی[۲]، بهناز سطوتی[۳]

هدف: کاهش ارتفاع قوس طولی داخلی پا نسبت به سطح زمین، صافی کف پا نامیده می شود. نقشه پا و استفاده اشعه‌ی ایکس، دو روش رایج برای ارزیابی شدت صافی کف پا و همچنین، بررسی تأثیر کفی طبی بر راستای پا در وضعیت ایستا می باشند. با این وجود، هر دو روش دارای محدودیت‌هایی هستند و نمی‌توان در حین راه رفتن افراد به هنگام پوشیدن کفی طبی، از این روش‌ها استفاده نمود. بنابراین هدف از این مطالعه، یافتن پارامتری جهت نشان دادن راستای ساختار پا در طی راه رفتن می باشد.

روش بررسی: در این مطالعه‌ی کارآزمایی بالینی، ۳۰ نفر از دانشجویان دختر دانشگاه علوم پزشکی اصفهان در دو گروه نرمال و بیمار شرکت داشتند. موقعیت مرکز مفصل مچ پا (center of ankle joint) و مرکز فشار (center of pressure) در طی راه رفتن با استفاده از سیستم آنالیز حرکت و یک صفحه‌ی نیرو مورد بررسی قرار گرفت. مساحت بین مرکز فشار و مرکز مفصل مچ پا در سمت داخل نسبت به مساحت کل، پارامتر جدید مورد استفاده در این مطالعه می باشد.

یافته ها: مقدار میانگین پارامتر جدید در افراد نرمال و افراد مبتلا به صافی کف پا به ترتیب ۷/۱۵±۷۴/۶۵ و ۱۲/۴±۹۱/۸۶ بود. به نظر می‌رسد که بتوان از پارامتر جدید برای بررسی راستای پا در طی راه رفتن استفاده نمود.

نتیجه گیری: نتایج حاصل از این مطالعه، می‌تواند توسط درمانگران جهت تعیین راستای ساختار پا و ارزیابی تأثیر کفی طبی، مورد استفاده قرار گیرد.

Archive of SID

www.SID.ir

کلمات کلیدی: صافی کف پا، راه رفتن، الایمنت پا، کفی طبی، ارتز

نویسنده مسئول: راضیه طهماسبی، rtb106@ymail.com

آدرس: اصفهان،کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

۱- استادیار گروه ارتوپدی فنی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد ارتوپدی فنی، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد ارتوپدی فنی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

مقدمه

صافی کف پا به کاهش ارتفاع قوس داخلی پا نسبت به سطح زمین گفته می‌شود که بر اثر عوامل مختلفی مانند لیگامنتوس لکسیتی (Ligamentous laxity)، تیبیال تورشنال دفورمیتی (Tibial torsional deformity)، اکسسوری ناویکولار بون (Accessory navicular bone)، کانجنیتال ورتیکال تالوس (Congenital Vertical talus) و تارسال کولیشن (Tarsal Coalition) به وجود می‌آید (۲،۱). صافی کف پا علاوه بر تأثیر بر عملکرد پا، بر الگوی راه رفتن و توزیع نیرو در سایر مفاصل پا مانند هیپ و زانو نیز اثر می‌گذارد (۴،۳). عملکرد افراد مبتلا به صافی کف پا در تحقیقات مختلفی بررسی شده است که شامل آنالیز تعادل طی ایستادن، آنالیز الگوی راه رفتن و ارزیابی میزان مصرف انرژی طی راه رفتن می باشد (۶-۴). علاوه بر آن، تأثیر استفاده از وسایل کمکی (orthosis) بر راستا و ساختار پا توسط برخی از محققین گزارش شده است (۸، ۷). نقشه پا و اشعه‌ی ایکس، دو روش رایج مورد استفاده جهت تعیین راستای پا و شدت صافی کف پا، به ویژه در وضعیت ایستا می‌باشند.

با استفاده از روش نقشه پا، شاخص‌های مختلفی از جمله شاخص قوس استخوانی (Bony arch index (BAI))، زاویه‌ی پرینت پا و شاخص چیپاکس ایسمیراک (ChippauxSmirak (CSI)) به دست می‌آید (۱۲-۱۰). اگرچه سیستم‌هایی مانند سیستم پدار (Pedar system) و اسکنر پا (Foot scanner) برای ارزیابی فشار اعمال شده بر پا، مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما این سیستم‌ها، راستای پا را در حین راه رفتن نشان نمی‌دهند. در این سیستم‌ها، نیروی عمودی اعمال شده بر پا توسط تعدادی حس گر، اندازه‌گیری می‌شود.

با استفاده از رادیوگرافی طرفی (lateral) حین تحمل وزن، می‌توان ۵ پارامتر مربوط به قوس طولی را مشاهده نمود(۱۳). هرچند، زاویه‌ی تالوکالکانئال و زاویه‌ی بین تالوس و اولین متاتارس پارامترهای رایج تری در تعیین راستای پا می‌باشند.

براساس اطلاعات موجود، پارامتر حساسی برای تعیین راستای پا در افراد نرمال و افراد مبتلا به صافی کف پا وجود ندارد. اشعه‌ی ایکس و نقشه پا، تنها روش‌های رایج موجود می‌باشند که با محدودیتهایی همراه‌اند (۱۵، ۱۴). بررسی راستای پا با استفاده از اشعه‌ی ایکس در طی راه رفتن و همچنین استفاده از کفی طبی امکان پذیر نمی باشد. علاوه بر آن، تأثیر کفی طبی با استفاده از نقشه پا قابل اندازه‌گیری نمی‌باشد. بنابراین هدف از این مطالعه، یافتن یک روش داینامیک برای ارزیابی راستای پا و همچنین تأثیر کفی طبی بر اساس تجزیه و تحلیل حرکت، می‌باشد. اختلالات پا، از جمله صافی کف پا بر الگوی مرکز فشار (COP) اثر می‌گذارند. چنانچه الگوی تغییرات COP نسبت به مرکز مفصل مچ پا (COJ) مورد ارزیابی قرار گیرد، می‌تواند به عنوان یک روش جدید جهت ارزیابی راستای پا مورد استفاده قرار گیرد.

روش بررسی

در این مطالعه، تعداد۳۰ نفر از دانشجویان دختر دانشگاه علوم پزشکی اصفهان در دو گروه نرمال و مبتلا به صافی کف پا شرکت نمودند (16,17). معیارهای اخلاقی در این مطالعه براساس ضوابط دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، تعیین شد. قبل از جمع‌آوری اطلاعات، از افراد شرکت‌کننده خواسته شد که فرم رضایت‌نامه را تکمیل نمایند. جدول۱ مشخصات این افراد را نشان می‌دهد. معیارهای مورد توجه

Archive of SID

www.SID.ir

در انتخاب افراد مبتلا به صافی کف پا شامل موارد زیر بود: (۱) داشتن صافی کف پا بر اساس شاخص‌های بدست آمده از نقشه پا در حین ایستادن، (۲) نداشتن سایر اختلالات اسکلتی- عضلانی که می‌تواند بر توانایی ایستادن و راه رفتن افراد، اثر گذارد. گروه سالم هم از افرادی انتخاب شدند که دارای ساختار پای طبیعی بودند.

جدول ۱: ویژگی های افراد مورد مطالعه

نام متغیر	سالم	صاف
سن (سال)	۲۱/۶۳±۳/۲	۲۲/۳±۲/۳
وزن (کیلوگرم)	۵۸/۸۶±۵/۶	۵۷±۵/۸
قد (متر)	۱/۶۳±۰/۰۵	۱/۶۴±۰/۰۶
شاخص قوس (AI)	۰/۲۱<AI<۰/۲۶	>۰/۲۶
زاویه پرینت پا	۰-۲۹/۹	>۴۲

شاخص‌های صافی کف پا (شاخص قوس و زاویه پرینت پا) ی افراد شرکت‌کننده در این مطالعه، با استفاده از روش نقشه پا در یک وضعیت استاتیک به دست آمد (۱۴). برای بدست آوردن نقشه پا، افراد مورد مطالعه بر روی صندلی نشستند و یکی از پاهایشان آغشته به رنگ انگشتی (قابل حل در آب) شد. سپس به کمک آزمون‌گر، افراد پای خود را بر روی کاغذ قرار دادند، در حالیکه پای دیگرشان خارج از صفحه بود (از آنها خواسته شد که نیمی از وزن بدن‌شان را بر روی هر پا قرار دهند). شاخص پای مقابل نیز با روشی مشابه بدست آمد. مقدار میانگین شاخص‌های پای چپ و راست برای تجزیه و تحلیل نهایی مورد استفاده قرار گرفت (۹).

از یک سیستم آنالیز حرکت (نرم‌افزار Qualysis motion analysis system) با ۷ دوربین پر سرعت و یک صفحه‌ی نیروی کیستلر (Kistler Force platform-model 5060) برای مشاهده‌ی حرکت اندام و نیروهای وارد بر پا در حین راه رفتن استفاده شد (۱۸).۴ نشانگر منعکس‌کننده نور بر روی قوزک‌های داخلی و خارجی در هر دو پا، متصل گردید (همه افراد شرکت‌کننده از یک مدل کفش ورزشی استفاده کردند، افراد سالم از کفش ورزشی بدون کفی طبی و افراد با کف پای صاف، از کفش ورزشی و کفی طبی استفاده نمودند بنابراین، تأثیر کفش در این مطالعه حذف می‌گردد). از افراد دچار صافی کف پا در ۲ حالت با و بدون کفی طبی تست گرفته شد تا حساسیت پارامتر جدید با استفاده از کفی طبی نیز مورد ارزیابی قرار گیرد. موقعیت سه بعدی نشانگرها و اطلاعات صفحه نیرو با فرکانس۱۲۰ هرتز ثبت شد و مرکز فشار و مرکز مفصل مچ پا در طی راه رفتن در فاز استنس بدست آمد. از نشانگرهای نصب شده بر روی قوزک‌های داخلی و خارجی جهت تعیین مرکز مفصل مچ پا، استفاده شد به اینصورت که نقطه مرکزی فاصله بین دو نشانگر داخلی و خارجی در صفحه کرونال، به عنوان مرکز مفصل در نظر گرفته شد. پارامتر جدید در قالب مساحت بین نمودارهای COP و COJ تعریف شد. برای اندازه‌گیری COP (که تخمین خوبی از نوسان بود)، یک صفحه نیروی کیستلر دارای مبدل‌های نیروی پیزوالکتریک (piezoelectric) مورد استفاده قرار گرفت و محل قرارگیری COP با استفاده از معادلات زیر، محاسبه شد:

$$xi = \frac{(0.057\ Fx + Mz)}{Fy} \quad (۱)$$

$$yi = \frac{(0.057\ Fz + Mx)}{Fy} \quad (۲)$$

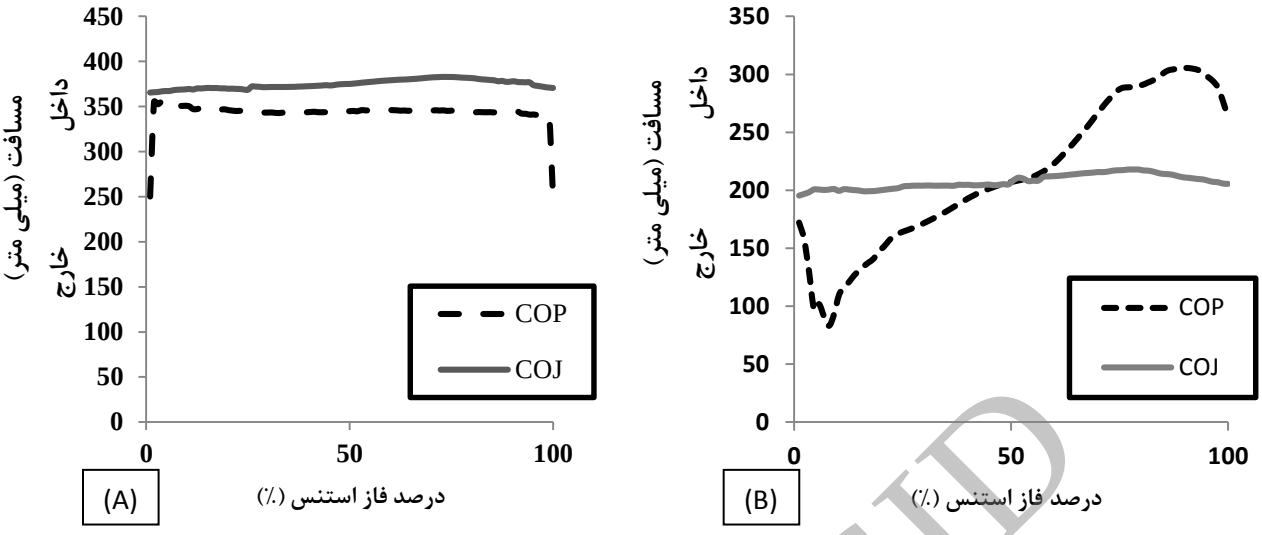
که در آن، ۰/۰۵۷ متر، ضخامت صفحه نیرو می‌باشد.

شکل۱ نمودارهای COP و COJ را در طی مرحله استنس نشان می‌دهد. نسبت مساحت بین نمودارهایCOP و COJ در سمت داخل به کل مساحت، به عنوان پارامتر جدید محاسبه شد (شکل۱). چنانچه COP در سمت داخل COJ قرار گرفته باشد (شکل۱) به این معناست که نیرو به سمت داخل مفصل مچ پا وارد می‌شود و چنانچه COP در سمت خارج قرار گیرد، نشان دهنده اعمال فشار به سمت خارج است (همانطور که در افراد سالم دیده می‌شود). پارامتر جدید برابر با نسبت مساحت بین نمودارها در سمت داخل به مساحت کل(مجموع مساحت‌ها در سمت داخل و خارج) است. معادله (۳) روش بدست آوردن پارامتر جدید را نشان می دهد.

$$\text{new parameter} = \frac{\text{Area in medial side}}{(\text{Area in medial+lateral side})} \quad (۳)$$

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۱: نمودارهای مرکز فشار (COP) و مرکز مفصل مچ پا (COJ) در افراد مبتلا به صافی کف پا (A) و افراد سالم (B)

آزمون مورد نظر برای دست‌یابی به ۵ آزمایش موفق برای هر فرد تکرار شد و مقدار میانگین این ۵ آزمایش برای آنالیز پایانی استفاده گردید. تفاوت بین مقدار میانگین این پارامتر در افراد سالم و افراد مبتلا به صافی کف پا با استفاده از دو تست t ساده (Sample t test) بدست آمد ($\alpha\leq$۰/۰۵). به منظور محاسبه خطای نوع یک (احتمال رد فرضیه صفر، وقتیکه درست است)، از روش تعدیل بانفرونی (Bonferroni) استفاده شد. کفی‌های مورد استفاده برای حمایت قوس داخلی پا برای هر فرد متناسب با اندازه پایش، استفاده شد. کفی‌ها از چرم و فوم پلی‌اتیلن (polyethylene) با چگالی متوسط و بر اساس روش‌های استاندارد، ساخته شد.

یافته ها

مقدار میانگین مساحت بین مرکز فشار و مرکز مفصل مچ پا در سمت داخل نسبت به مساحت کل (پارامتر جدید) در افراد نرمال و افراد مبتلا به صافی کف پا به ترتیب ۷/۱۵±۷۴/۶۵ و۱۲/۴±۹۱/۸۶ بود (p<۰/۰۰۱). استفاده از کفی طبی بر الایمنت پا تأثیر می‌گذارد. مقدار میانگین پارامتر جدید در راه رفتن افراد مبتلا به صافی کف پا با کفی طبی ۱۱/۸±۷۵/۷۳ بود و تفاوت بین این پارامتر، با و بدون کفی طبی، قابل توجه بود (p=۰/۰۳۸). پارامتر جدید تفاوت قابل توجهی را بین دو گروه سالم و دارای صافی کف پا نشان داد. این مطلب نشانگر راستای ساختار پا است. در افراد با کف پای صاف، COP در طی راه رفتن در سمت داخل قرار می‌گیرد (شکل۱ (A)). برخلاف آن، در افراد سالم، COP بیشتر در سمت خارج قرار می‌گیرد (شکل۱ (B)).

بحث و نتیجه گیری

روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری شدت صافی کف پا، مورد استفاده قرار می‌گیرد اما، بسیاری از آنها در وضعیت ایستا به کار می‌رود. روش نقشه پا و استفاده از اشعه ایکس، دو روش بسیار رایج برای ارزیابی شدت صافی کف پا می باشد (۲،۱). هر دوی این روش‌ها دارای محدودیت‌های منحصر به فردی است. مهمترین عیب این روش‌ها، این است که فقط در وضعیت ایستا می‌توان از آنها استفاده نمود و همچنین، تأثیر کفی طبی بر راستای پا را نمی‌توان با این روش‌ها اندازه‌گیری نمود (۱۵،۱۴). روش‌های جدید دیگری نیز مانند سیستم پدار و اسکن پا، پیشنهاد شده است.

مطالعات نشان می‌دهد که سیستم پدار، یک روش دقیق و قابل اطمینان برای اندازه‌گیری نیروهای بین پا و کفش است. اگرچه این روش می‌تواند برای تعیین نیروهای اعمالی

Archive of SID
www.SID.ir

بر پا در طی فعالیت‌های مختلف روزانه بکار رود، اما نمی‌تواند راستای ساختار پا را نشان دهد (۱۹). گرفتن اسکن پا هم روش دیگری است که توزیع وزن در تمام نقاط در تماس با سطح پا را اندازه‌گیری می‌کند اما، این روش هم محدودیت‌هایی همانند روش‌های قبلی دارد (۲۰). روش جدید گزارش شده در مطالعه ما که راستای ساختار پا را نشان می‌دهد، تفاوت قابل توجهی بین دو گروه سالم و دارای صافی کف پا دارد. همچنین، تفاوت قابل توجهی در این پارامتر در طی راه رفتن با و بدون کفی طبی بدست آمد. روش جدید، موقعیت COP را در ارتباط با COJ نشان می‌دهد. چنانچه COP در سمت داخل COJ قرار گرفته باشد، این موضوع نشان می‌دهد که بیشتر نیروی عکس‌العمل زمین توسط سمت داخلی مفصل مچ پا، منتقل می‌شود (همانند آنچه که در افراد با کف پای صاف اتفاق می‌افتد). قرارگیری COP در سمت خارج COJ، نشانگر اعمال فشار بیشتری به سمت خارج پا است، همانگونه که در افراد سالم دیده می‌شود. استفاده از کفی طبی سبب انتقال COP از سمت داخل به سمت خارج می‌شود. پارامتر جدید، راستای پا و همچنین تأثیر کفی طبی بر ساختار پا را نشان می‌دهد. همانطور که گفته شد، روشی برای نشان دادن الایمنت پا در طی راه رفتن وجود ندارد. روش‌های در دسترس موجود مانند نقشه پا و اشعه ایکس، تنها پا را در یک وضعیت ایستا نشان می‌دهند. روش‌های دیگری همچون اسکنر پا نیز نیروی اعمالی بر پا در طی راه رفتن را اندازه‌گیری می‌کند. برخلاف آن، روش جدید ارائه شده در این مقاله، می‌تواند راستای پا را در طی راه رفتن نشان دهد. اگرچه نتایج این مطالعه، روش جدیدی را برای تعیین راستای پا ارائه نمود اما، محدودیت‌هایی هم وجود دارد که لازم است به آنها اشاره شود. نکته اول، کم بودن تعداد افراد مورد مطالعه است که می‌تواند تعمیم پذیری این مطالعه را محدود نماید. علاوه بر آن، روش جدید با روش‌های دیگر مقایسه نشده است و مقایسه مستقیم بین پارامتر جدید و روش‌های آزموده شده قبلی برای تعیین راستای پا دشوار است. امید است که این محدودیت‌ها، راهنمایی برای تحقیقات آینده باشد تا در آنها از حجم نمونه بزرگتری استفاده شود و همچنین، مقایسه پارامتر جدید با روش‌های قبلی، مورد توجه قرار گیرد.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله، از همکاری شرکت تکنوتن (تولید کننده ارتزهای توانبخشی)، جهت فراهم نمودن کفی‌های طبی مورد استفاده در این مطالعه، تشکر می‌نمایند.

منابع

1. Preston ET. Flat foot deformity. Am Fam Physician 1974; 9(2): 143-7.
2. Meehan RE, Brage M. Adult acquired flat foot deformity: clinical and radiographic examination. Foot Ankle Clin 2003; 8(3): 431-52.
3. Bertani A, Cappello A, Benedetti MG, Simoncini L, Catani F. Flat foot functional evaluation using pattern recognition of ground reaction data. Clin Biomech (Bristol, Avon) 1999; 14(7): 484-93.
4. 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.
5. Akbari M, Mohammadi M, Saeedi H. Effects of rigid and soft foot orthoses on dynamic balance in females with flatfoot. Journals of Tehran University of Medical Sciences 2007; 21: 91-7.
6. Otman S, Basgöze O, Gökce-Kutsal Y. Energy cost of walking with flat feet. Prosthetics and Orthotics International 1988; 12(2): 73-6.
7. Branthwaite HR, Payton CJ, Chockalingam N. The effect of simple insoles on three-dimensional foot motion during normal walking. Clinical Biomechanics 2004; 19(9): 972-7.
8. Carcia CR, Drouin JM, Houglum PA. The influence of a foot orthotic on lower extremity transverse plane kinematics in collegiate female athletes with pes planus. Journal of Sports Science and Medicine 2006; 5: 646-55.

Archive of SID
www.SID.ir

9. 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.

10. Nikolaidou M, Boudolos K. A footprint-based approach for the rational classification of foot types in young schoolchildren. The Foot 2006; 16: 82-90.

11. Reel S, Rouse S, Vernon W, Doherty P. Reliability of a two-dimensional footprint measurement approach. Sci Justice 2010; 50(3):113-8.

12. Cavanagh PR, Rodgers MM. The arch index: a useful measure from footprints. J Biomech 1987; 20(5): 547-51.

13. Chen CH, Huang MH, Chen TW, Weng MC, Lee CL, Wang GJ. The correlation between selected measurements from footprint and radiograph of flatfoot. Arch Phys Med Rehabil 2006; 87(2): 235-40.

14. 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.

15. 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.

16. Ledoux, William R., and Howard J. Hillstrom. "The distributed plantar vertical force of neutrally aligned and pes planus feet." Gait & posture 2002; 15(1): 1-9.

17. Queen, Robin M., Nathan A. Mall, James A. Nunley, and Bavornrit Chuckpaiwong. "Differences in plantar loading between flat and normal feet during different athletic tasks." Gait & posture 2009; 29(4): 582-586.

18. Esrafilian, Amir, Mohammad Taghi Karimi, Mohammad JafarSadigh, Nima Jamshidi, and Pouya Amiri. "A New Approach to Measure Stability during Quiet Standing." International Proceedings of Chemical, Biological & Environmental Engineering 2012; 34: 101.

19. Ramanathan AK, Kiran P, Arnold GP, Wang W, Abboud RJ. Repeatability of the Pedar-X in-shoe pressure measuring system. Foot and ankle surgery : official journal of the European Society of Foot and Ankle Surgeons. 2010; 16(2): 70-3.

20. Quesada P, Rash G, Jarboe N. Assessment of pedar and F-Scan revisited. Clinical biomechanics (Bristol, Avon) 1997; 12(3): S15.

Archive of SID

www.SID.ir