

شاخص‌های اثر سطح تماس پا در حالت استاتیک و دینامیک

محمدتقی کریمی*، فاطمه پل^۱، احمد پل^۲، نیلوفر فرشته‌نژاد^۳، مسعود رفیعیایی^۴

چکیده

مقدمه: در میان روش‌های ارزیابی کف پا، پرینت کف پا ساده‌ترین روش می‌باشد. در این روش تاکنون اغلب تست‌ها به صورت تحمل وزن روی یک پا در حالت استاتیک انجام شده‌اند. بنابراین هدف از این مطالعه، دستیابی به شاخص‌های اثر سطح تماس در دو حالت تحمل وزن روی دو پا در حالت استاتیک و دینامیک بود. علاوه بر این تعیین رابطه بین شاخص‌های استاتیک و دینامیک از دیگر اهداف این تحقیق در نظر گرفته شده بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه کارآزمایی بالینی، تعداد ۶۰ نفر از دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی اصفهان در دو گروه نرمال و مبتلا به صافی کف پا شرکت داشتند. پرینت پای افراد به صورت استاتیک و دینامیک گرفته شد و پارامترهای شاخص قوس، شاخص پرینت پا و زاویه پرینت پا با استفاده از نرم‌افزار Solid work ۲۰۱۰، مورد مطالعه قرار گرفت. تفاوت بین دو گروه توسط آزمون Two sample t و رابطه بین شاخص‌ها در حالت استاتیک و دینامیک با استفاده از آزمون Pearson correlation به دست آمد.

یافته‌ها: شاخص‌های اثر سطح تماس دو گروه با یکدیگر تفاوت زیادی داشتند ($P < 0/05$). به علاوه بین شاخص‌ها در حالت استاتیک و دینامیک رابطه وجود داشت ($r > 0/808$).

نتیجه‌گیری: شاخص‌های اثر سطح تماس را می‌توان در افراد مبتلا به صافی کف پا به منظور ارزیابی به کار برد. رابطه مشخصی بین پارامترها در حالت استاتیک و دینامیک وجود دارد. به همین علت پیشنهاد می‌شود ارزیابی پا طی راه رفتن با در نظر گرفتن پارامترهای استاتیک صورت گیرد.

کلیدواژه‌ها: شاخص‌های اثر سطح تماس، صافی کف پا، استاتیک، دینامیک

تاریخ دریافت: ۹۰/۸/۱۰

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۲/۸

مقدمه

رادیوگرافی به عنوان ایده‌آل‌ترین روش شناخته می‌شود (۱۲)، اما نیاز به امکانات خاص و اشعه مضرری چون X-ray دارد. شاخص‌های به دست آمده از پرینت پا اطلاعات زیادی را در رابطه با ساختار و فرم پا می‌دهد (۱۳، ۱۲). پارامترهایی که از آن حاصل می‌شود شامل: شاخص قوس (Arch index) یا AI، زاویه قوس (Foot print angle)، شاخص پرینت پا (Foot print index) و شاخص طول قوس (Arch length index) می‌باشد (۱۵، ۱۴، ۱۰). در این بین پارامتر بسیار پرکاربرد

ساختار پا، همانند اغلب ویژگی‌های انسان در میان گروه‌های مختلف سنی متفاوت است. هر گونه تغییر در راستای آن به روی عملکرد سایر مفاصل تأثیر می‌گذارد (۳-۱). روش‌های ارزیابی متفاوتی مثل: معاینه چشمی (Visual observation)، ارتفاع نایکولار (Navicular height)، ارتفاع بخش میانی پا (Mid foot height)، رادیوگرافی (Radiography) و پرینت پا (Foot print) وجود دارد (۱۱-۴). در میان این روش‌ها

* 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

۲- کارشناس ارشد مکانیک، دانشگاه مشهد، مشهد، ایران

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

۴- کارشناس ارشد اعضای مصنوعی و وسایل کمکی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

استاتیک یا دینامیک گرفته می‌شود. اما مطالعه‌ای مبنی بر این که کدام یک در نمایش ساختار پا اولویت دارد، وجود ندارد. بنابراین هدف از این مطالعه تعیین رابطه بین شاخص‌ها در این دو حالت و تعیین روش ارجح در انعکاس بهتر ساختار پا بود.

مواد و روش‌ها

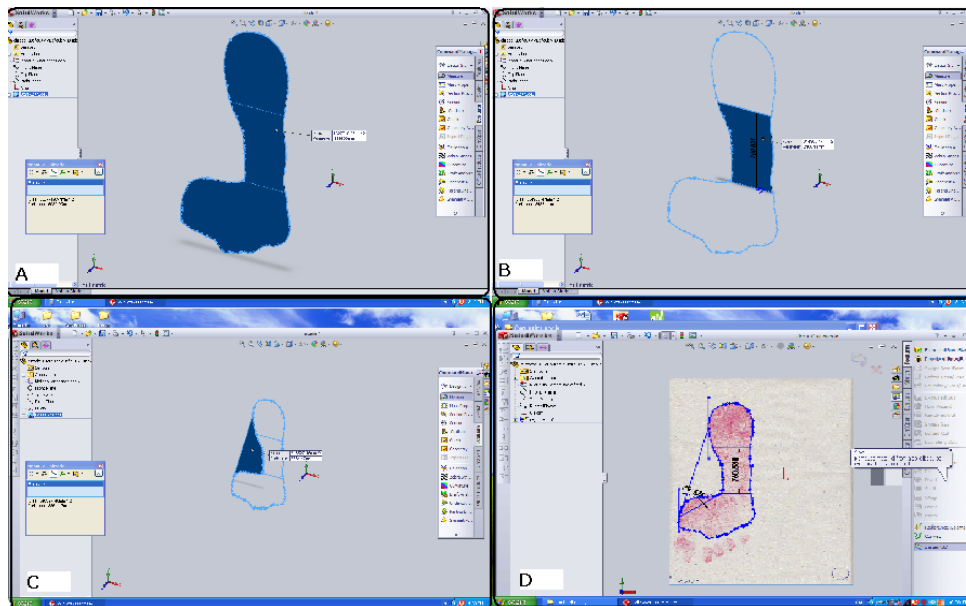
۶۰ نفر از دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی اصفهان در دو گروه نرمال و مبتلا به صافی کف پا انتخاب گردید و تست‌ها در خوابگاه دانشجویان گرفته شد (جدول ۱).
تست: پای افراد مورد مطالعه آغشته به رنگ انگشتی (قابل حل در آب) شد و افراد همزمان به روی هر دو پا وزن انداختند و روی کاغذ گاهی A_۴ ایستادند.

شاخص قوس، نسبت مساحت بخش میانی پا (Mid foot) به کل پا صرف‌نظر از انگشتان می‌باشد (۱۱، ۱۰). هر چه قوس پا کمتر باشد عدد حاصل به ۱ نزدیک‌تر می‌شود (۱۱). شاخص پرکاربرد دیگر زاویه پرینت پا، زاویه حاصل از داخلی‌ترین خط مماس بر پاشنه و متاتارس با خط مماس بر رأس قوس می‌باشد (۱۴).

رابطه بین شاخص‌های اثر سطح تماس و پارامترهای حاصل از عکس رادیوگرافی در برخی مطالعات مورد ارزیابی قرار گرفته است (۷، ۱۶). در مطالعه صورت گرفته توسط Kanatli و همکاران، بین شاخص قوس و زاویه Lat talo-horizontal و Tallo-first metatarsal رابطه مثبتی وجود داشت. این مطالعه حاکی از آن بود که برای ارزیابی، شاخص‌های فوق می‌توانند به تنهایی به کار روند (۷). پرینت پا به دو صورت

جدول ۱. ویژگی افراد مورد مطالعه

پارامتر	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)	جنسیت
صاف	۲۱/۶۳ ± ۳/۴	۵۸/۸ ± ۳/۸	۲۱/۶۳ ± ۰/۰۴	مؤنث
نرمال	۲۲/۳ ± ۲	۵۷ ± ۴	۲۱/۶۴ ± ۰/۰۶	مؤنث



شکل ۱. محاسبه شاخص‌ها در نرم‌افزار: (A و B) شاخص قوس، (C) شاخص پرینت پا و (D) زاویه پرینت پا

صافی کف پا در جداول ۲ و ۳ ذکر شده است. میانگین شاخص قوس در افراد مبتلا به صافی کف پا ۰/۲۵۷ و در افراد نرمال ۰/۲۰۷۷ در حالت استاتیک بوده است. پارامتر زاویه پرینت پا به ترتیب ۴۴/۱۸ و ۴۹ در افراد مبتلا به صافی کف پا و نرمال بود. شاخص‌ها در دو گروه با یکدیگر متفاوت بودند. رابطه بین شاخص‌ها در حالت استاتیک و دینامیک در جدول ۴ ذکر شده است. از میان شاخص‌های متفاوتی که برای تشخیص صافی کف پا به کار می‌رود، در شاخص قوس رابطه قوی بین حالت استاتیک و دینامیک وجود داشت (۰/۷۸۷ و ۰/۷۷ برای گروه صاف و نرمال). این به این معنی است که پرینت استاتیک می‌تواند گویای شرایط دینامیک باشد.

بحث

روش‌های متفاوتی برای تعیین راستای پای ایستادن یا راه رفتن به کار می‌رود، که شامل معاینه چشمی، رادیوگرافی و پرینت پا می‌باشند. در این میان پرینت پا کاربردی‌ترین و راحت‌ترین روش است (۵). برخی پارامترها مثل شاخص

فرایند مشابهی نیز در حالت دینامیک صورت گرفت. از نرم‌افزار Solid work ۲۰۱۰ برای محاسبه شاخص‌ها استفاده شد. شکل ۱ فرایند مورد استفاده در این مطالعه را بر اساس این نرم‌افزار نشان می‌دهد.

پارامترها:

۱- شاخص قوس: نسبت مساحت بخش میانی پا به کل پا صرف‌نظر از انگشتان می‌باشد (۱۱).

۲- شاخص پرینت پا: نسبت مساحتی که در تماس با زمین نبوده است به مساحت در تماس صرف‌نظر از انگشتان می‌باشد (۱۷).

زاویه پرینت پا: زاویه حاصل از داخلی‌ترین خط پاشنه و متاتارس با خط مماس بر رأس قوس می‌باشد (۱۸، ۷-۵). ضریب اطمینان شاخص‌های ذکر شده بیشتر از ۰/۹ گزارش شده است (۱۱، ۶).

یافته‌ها

میانگین سه شاخص ارزیابی شده در افراد نرمال و مبتلا به

جدول ۲. میانگین شاخص‌های اثر سطح تماس طی تحمل وزن روی دو پا

استاتیک	شاخص قوس	زاویه پرینت پا	شاخص پرینت پا
مبتلا به صافی	۰/۲۵۷۰ ± ۰/۳۱۸	۱۸/۴۴ ± ۵/۵۴	۰/۲۶۷۶ ± ۰/۰۶۲۹
نرمال	۰/۲۰۷۷ ± ۰/۰۳۴۸	۴۹/۰۵ ± ۷/۰۶	۰/۳۶۱۹ ± ۰/۰۶۳۳
P	< ۰/۰۱	۰/۰۰۴	< ۰/۰۱

جدول ۳. میانگین شاخص‌های اثر سطح تماس طی راه رفتن

دینامیک	شاخص قوس	زاویه پرینت پا	شاخص پرینت پا
مبتلا به صافی	۰/۲۶۳۲ ± ۰/۲۵۴	۴۱/۷۵ ± ۸/۳۹	۰/۲۵۹۱ ± ۰/۰۶۵۰
نرمال	۰/۲۰۸۵ ± ۰/۰۲۷۸	۴۶/۴۲ ± ۶/۷۸	۰/۳۴۶۱ ± ۰/۰۷۳۹
P	< ۰/۰۱	۰/۰۱۶	< ۰/۰۱

جدول ۴. رابطه بین شاخص‌ها در حالت استاتیک و دینامیک

Pearson correlation	شاخص قوس	شاخص	زاویه پرینت پا	زاویه پرینت پا	شاخص پرینت	شاخص پرینت
	مبتلا به صافی	قوس نرمال	مبتلا به صافی	نرمال	مبتلا به صافی	پا نرمال
	۰/۷۸۷	۰/۷۷۴	۰/۳۷۵	۰/۵۷۲	۰/۵۷۵	۰/۸۰۸
P	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	۰/۰۲۹	۰/۰۰۱	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱

گروه نرمال می‌باشد. علت اصلی که در این رابطه حایز اهمیت است، گرفتن تست در حالت تحمل وزن روی دو پا می‌باشد. همان طور که از جداول ۲ و ۳ به دست می‌آید، شاخص‌های به دست آمده در حالت استاتیک و دینامیک به طور بارزی با یکدیگر متفاوت هستند ($P < 0.05$). ارزیابی در وضعیت دینامیک بسیار دقیق‌تر است. گر چه گرفتن شاخص طی راه رفتن کمی مشکل است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که میان دو پارامتر شاخص قوس و شاخص پرینت پا در دو حالت استاتیک و دینامیک رابطه قوی وجود دارد.

نتیجه‌گیری

شاخص‌های اثر سطح تماس همراه با ارزیابی کلینیکی یک روش کاربردی را برای ارزیابی ساختار پا فراهم می‌کند. پرینت کف پا یک روش ساده، غیر تهاجمی، ارزان و قابل اعتماد برای دستیابی به اطلاعاتی در رابطه با پا می‌باشد. این مطالعه نشان می‌دهد تفاوت بارزی بین شاخص‌ها در افراد نرمال و مبتلا به صافی کف پا وجود دارد. از میان پارامترهای ذکر شده، شاخص قوس در هر دو حالت استاتیک و دینامیک پارامتر ارزیابی دقیق‌تری می‌باشد. رابطه بارزی بین شاخص‌ها در حالت استاتیک و دینامیک وجود دارد که کاربردی بودن استفاده از پارامترهای استاتیک برای تشخیص ساختار پا طی راه رفتن را نشان می‌دهد. استفاده از نرم‌افزار Solid work آسان و بسیار قابل اعتماد برای محاسبه شاخص‌های اثر سطح تماس می‌باشد.

پیشنهادها

در پایان پیشنهاد می‌شود تحقیق مشابهی با تعداد نمونه بیشتر صورت پذیرد. همچنین با انجام یک مداخله ارتزی بعد از مدتی تغییرات شاخص‌ها مورد بررسی قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مراتب تقدیر و تشکر خود را از مشارکت تمام دانشجویانی که در انجام تست‌ها شرکت نمودند، اعلام می‌دارند.

قوس، زاویه پرینت پا و شاخص پرینت پا در مطالعات مختلفی فقط در وضعیت استاتیک و البته تحمل وزن روی یک پا مورد استفاده قرار گرفته‌اند و تحقیقات کافی مبنی بر میانگین این پارامترها طی راه رفتن و تحمل وزن روی دو پا در وضعیت استاتیک وجود ندارد. به علاوه رابطه بین پارامترهای استاتیک و دینامیک واضح نیست.

بر خلاف سایر مطالعات (۱۱)، میانگین شاخص‌های به دست آمده کمی از اعداد گزارش شده متفاوت است. بر اساس مطالعه صورت گرفته توسط Rodgers و Cavanagh، شاخص قوس در افراد با قوس زیاد (High arch)، نرمال (Normal arch) و صاف (Flat arch) به ترتیب معادل $AI \leq 0.21$ ، $0.21 > AI > 0.26$ و $AI > 0.26$ می‌باشد (۱۱)، که با اعداد حاصل از این مطالعه کمی متفاوت است. در مطالعه دیگری که توسط Katsakiori و همکاران صورت گرفت، میانگین شاخص قوس در دو وضعیت تحمل وزن روی یک پا (Single leg stance) و دو پا (Bipedal stance) به ترتیب 0.04 ± 0.26 و 0.04 ± 0.25 گزارش شده است که در حالت دوم ضریب اطمینان 0.96 در یک روز و 0.94 در چند روز گزارش شده است (۲۰).

شاخص پرینت پا پارامتر دیگری است که به منظور ارزیابی پا در افراد نرمال و مبتلا به صافی به کار می‌رود. میانگین این پارامتر بر اساس نتایج سایر مطالعات بین 0.194 و 0.216 متغیر است که کمتر از نتایج این تحقیق می‌باشد و علت اصلی نیز وزن‌گذاری روی دو پا در مطالعه اخیر می‌باشد. اگر چه تکرارپذیری این شاخص در این مطالعه به دست نیامده است، گزارش شده است که اگر تست در حالت تحمل وزن روی دو پا گرفته شود، بر خلاف تحمل وزن روی یک پا، تکرارپذیری بیشتری دارد (۱۱). پارامتر مورد مطالعه دیگر در این تحقیق زاویه پرینت پا بود که یکی از پرکاربردترین پارامترها در مطالعات است. دامنه این پارامتر $0.29/9 - 0.30 - 0.34/9$ ، $0.30 - 0.41 - 0.35$ و $x > 0.42$ به ترتیب برای قوس‌های صاف، کم (Low arch)، متوسط (Intermediate) و نرمال می‌باشد. در مطالعه اخیر این پارامتر $0.44/18$ برای گروه مبتلا به صافی کف پا و $0.49/05$ برای

References

1. 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.
2. Twomey D, McIntosh AS, Simon J, Lowe K, Wolf SI. Kinematic differences between normal and low arched feet in children using the Heidelberg foot measurement method. *Gait Posture* 2010; 32(1): 1-5.
3. 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.
4. Hale SA, Hertel J. Reliability and Sensitivity of the Foot and Ankle Disability Index in Subjects with Chronic Ankle Instability. *J Athl Train* 2005; 40(1): 35-40.
5. Hawes MR, Nachbauer W, Sovak D, Nigg BM. Footprint parameters as a measure of arch height. *Foot Ankle* 1992; 13(1): 22-6.
6. Igbigbi PS, Msamati BC. The footprint ratio as a predictor of pes planus: a study of indigenous Malawians. *J Foot Ankle Surg* 2002; 41(6): 394-7.
7. Kanatli U, Yetkin H, Cila E. Footprint and radiographic analysis of the feet. *J Pediatr Orthop* 2001; 21(2): 225-8.
8. Mathieson I, Upton D, Prior TD. Examining the validity of selected measures of foot type: a preliminary study. *J Am Podiatr Med Assoc* 2004; 94(3): 275-81.
9. Morrison SC, Ferrari J. Inter-rater reliability of the Foot Posture Index (FPI-6) in the assessment of the paediatric foot. *J Foot Ankle Res* 2009; 2: 26.
10. 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.
11. Cavanagh PR, Rodgers MM. The arch index: a useful measure from footprints. *J Biomech* 1987; 20(5): 547-51.
12. 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.
13. Redmond AC, Crane YZ, Menz HB. Normative values for the Foot Posture Index. *J Foot Ankle Res* 2008; 1(1): 6.
14. 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.
15. 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.
16. Chuckpaiwong B, Nunley JA, Queen RM. Correlation between static foot type measurements and clinical assessments. *Foot Ankle Int* 2009; 30(3): 205-12.
17. 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.
18. Villarroya MA, Esquivel JM, Tomas C, Moreno LA, Buenafe A, Bueno G. Assessment of the medial longitudinal arch in children and adolescents with obesity: footprints and radiographic study. *Eur J Pediatr* 2009; 168(5): 559-67.
19. McCrory JL, Young MJ, Boulton AJM, Cavanagh PR. Arch index as a predictor of arch height. *The Foot* 1997; 7(2): 79-81.
20. Katsakiori E, Kapodistrias C, Kapreli E. Assessment of foot posture: Correlation between different clinical techniques. *The Foot* 2007; 17(2): 65-72.

Footprint indexes in static and dynamic conditions

*Mohammad Taghi Karimi**, *Fatemeh Pol¹*, *Ahmad Pol²*, *Niloofar Fereshtenejad³*,
Masood Rafiaei⁴

Received date: 01/11/2011

Accept date: 27/02/2012

Abstract

Introduction: Various methods are used to address the foot structure however, the most common and easy to use method is foot print method which is capable to detect the wide variation of foot morphology and providing information about the distribution of foot type. Most of the studies regarding foot print indexes have been reported during static condition and in a single limb support. However, there is not enough evidence regarding the foot print indexes in dynamic condition and also in static equal weight bearing condition. The aim of this research was to find the mean values of the foot print indexes in static condition, equal weight bearing condition, and during walking. Moreover, it was aimed at finding the correlation between static and dynamic indexes.

Materials and Methods: Two groups of 30 normal and flatfoot subjects were recruited in this clinical trial study. They were selected from the staff and students of Isfahan University of Medical Sciences. The footprint indexes were collected during static and dynamic conditions. Arch index, footprint index and footprint angle were the parameters determined via Solid Work software. The difference in footprint indexes between normal and flat-arched subjects was evaluated through two-sample t test. The Pearson correlation test was used to determine the relationship between the static and dynamic conditions.

Results: The footprint indexes of normal and flat footed subjects differed significantly from each other ($P < 0.05$). In addition, there was a correlation between the static and dynamic indexes ($r > 0.808$).

Conclusion: Footprint index can be used to monitor the foot misalignment in flat arched subjects. As there was a significant correlation between static and dynamic conditions, it is suggested to monitor foot alignment during walking with regard to those indexes measured in the static condition.

Keywords: Footprint indexes, Flatfoot, Static, Dynamic

* 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

2. MSc in Mechanical Engineering, Mashhad University, Mashhad, Iran

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

4. MSc in Orthotics and Prosthetics, Tehran University, Tehran, Iran