

پایایی جعبه عکسبرداری کف پا در اندازه گیری منتخبی از شاخص های اثر پا

مهسا حکیمی پور^{۱*}، رضا رجبی^۲، هومن مینونژاد^۳، امین رضا سلطانی^۴

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۲. استاد، گروه طب ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۳. استادیار، گروه طب ورزشی، دانشگاه تهران، تهران.

۴. کارشناس مهندسی مکانیک گرایش مکاترونیک، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: اندازه گیری قوس داخلی پا به عنوان مهم ترین مرجع برای مشخص کردن ناهنجاری های پا و پیگیری روند درمان به شمار می رود و استفاده از شاخص های اثر پا به عنوان متداول ترین روش برای ارزیابی قوس داخلی پا شناخته می شود. این مطالعه با هدف بررسی پایایی جعبه عکسبرداری کف پا در اندازه گیری منتخبی از شاخص های اثر پا انجام شده است. **روش تحقیق:** طراحی جعبه عکسبرداری کف پا با دوربین و بر اساس تکنیک پردازش تصویر می باشد. به منظور تعیین پایایی وسیله جدید تعداد ۳۰ آزمودنی زن و مرد به صورت تصادفی با میانگین سنی $25/33 \pm 3/08$ سال، وزن $61/53 \pm 9/60$ کیلوگرم، قد $168/23 \pm 9/16$ سانتی متر و شاخص توده بدنی $21/70 \pm 2/32$ از میان جامعه آماری انتخاب شدند. اندازه گیری شاخص های اثر پا ۳ روز متوالی تکرار شدند. برای تعیین پایایی جعبه عکسبرداری کف پا از ضریب همسانی درونی (ICC) و خطای استاندارد اندازه گیری (SEM) در سطح معنی داری $p < 0/05$ استفاده گردید. **یافته ها:** ضریب همسانی درونی بین ۳ بار اندازه گیری در تمامی شاخص ها بسیار قوی (عالی) بود. بیشترین پایایی مربوط به شاخص استاهلی ($ICC = 0/96$) و سپس به ترتیب شاخص قوس ($ICC = 0/95$)، شاخص چپائوکس اسمیراک ($ICC = 0/95$) و شاخص اثر پا ($ICC = 0/94$) بود. **نتیجه گیری:** نتایج این تحقیق نشان دادند که جعبه عکسبرداری کف پا در سنجش شاخص های رایج اثر پا وسیله ای پایا می باشد؛ لذا استفاده از این وسیله برای اندازه گیری دقیق و سریع شاخص های اثر پا در مراکز درمانی و تحقیقاتی توصیه می شود.

واژه های کلیدی: پایایی، قوس طولی داخلی، شاخص های اثر پا.

مقدمه

یکی از نیازهای اساسی انسان در انجام فعالیت‌های روزانه داشتن اندام تحتانی سالم می‌باشد (مهدیه و دیگران، ۲۰۱۳). پا بخش اصلی فعالیت متقابل بدن با زمین است که سه عملکرد عمده جذب نیروهای برخورد، حفظ تعادل و انتقال نیروهای جلوبرنده را بر عهده دارد (خمیس و ایزار^۱، ۲۰۰۷؛ لوزاردی و نیلسن^۲، ۲۰۰۷). قوس طولی داخلی^۳ مهمترین ساختار حمایت کننده پا محسوب می‌شود، زیرا عملکرد اصلی قوس، جذب نیروهای عکس العمل زمین در هنگام جابجایی است (چن^۴ و دیگران، ۲۰۰۶؛ کاناتلی^۵ و دیگران، ۲۰۰۱) و اندازه‌گیری آن به عنوان مهم ترین مرجع برای مشخص کردن کف پای صاف پیگیری روند درمان به شمار می‌رود (چن و دیگران، ۲۰۰۶). وضعیت غیر طبیعی پا بر اثر کاهش یا افزایش ارتفاع قوس به عنوان یک عامل مستعد کننده و حتی ایجاد کننده اختلال در عملکرد پا و اندام تحتانی در نظر گرفته می‌شود (بیلیز^۶ و دیگران، ۲۰۰۷). همانطور که مطالعات متعددی به اثر ارتفاع قوس بر روی حرکت در اندام تحتانی (ناوازنسکی^۷ و دیگران، ۱۹۹۸)، توانایی تعادل (هرتل^۸ و دیگران، ۲۰۰۲)، درد در پا، ساق و کمر (لی^۹ و دیگران، ۲۰۰۵) و در معرض قرار گرفتن برای آسیب‌های پرکاری اشاره کرده اند (ویلیامز^{۱۰} و دیگران، ۲۰۰۱).

با توجه به اهمیت و نقش پا در زنجیره حرکتی اندام تحتانی شناسایی ناهنجاری‌های قوس کف پا ضروری به نظر می‌رسد چرا که تأخیر در تشخیص، ضمن اینکه سبب ایجاد علائم کلینیکی در سنین بالاتر خواهد شد، علاوه بر آن اقدامات درمانی بسیار تهاجمی‌تری را نیز طلب خواهد کرد و گاهی در موارد شدید اعمال جراحی اجتناب ناپذیر خواهد بود. روش‌های متعددی برای ارزیابی پا و شناسایی ناهنجاری‌های پا وجود دارند که متداول ترین آنها ارزیابی‌های بصری، بررسی متغیرهای آنتروپومتریک، شاخص‌های اثر پا و ارزیابی‌های رادیوگرافی می‌باشند. روش استاندارد طلایی برای ارزیابی پا استفاده از

عکس‌های تشخیصی است و اندازه‌های به دست آمده از رادیوگرافی جانبی یک ارزیابی صحیح از پوسچر و ساختار استخوانی پا در حالت استاتیک ارائه می‌دهد (رازقی و بت^{۱۱}، ۲۰۰۲).

اما با توجه به خطرات بالقوه و هزینه بالا این روش به ویژه در اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده زیاد از این روش، مناسب نمی‌باشد (مورلی^{۱۲} دیگران، ۲۰۰۹)؛ بنابراین نیاز به روشی غیرتهاجمی، آسان، سریع و مطمئن در ارزیابی کف پا همواره احساس می‌شود که در این میان استفاده از شاخص‌های مربوط به اثر کف پا به عنوان روشی نسبتاً مطمئن، مکرراً برای اندازه‌گیری قوس پا در تحقیقات قبلی استفاده شده‌اند (کاناتلی و دیگران، ۲۰۰۱؛ چن و دیگران، ۲۰۱۱؛ ورینگ^{۱۳} و دیگران، ۲۰۰۴). به صورت سنتی محققان از جوهر و کاغذ برای ثبت شاخص اثر پا استفاده می‌کردند (رازقی و بت، ۲۰۰۲). متأسفانه این شیوه بسیار وقت گیر و پر زحمت می‌باشد به این منظور استفاده از روش عکاسی (کوئین^{۱۴} و دیگران، ۲۰۰۷) به عنوان یک روش جایگزین و مدرن مدتی است مورد استفاده قرار می‌گیرد که منجر به سهولت جمع آوری اطلاعات شده است.

بدین منظور جعبه عکسبرداری کف پا به منظور بررسی قوس طولی داخلی پا توسط متخصصان داخلی طراحی و ساخته شده است که در حال حاضر به طور محدود در برخی مراکز تحقیقاتی و کلینیک‌ها مورد استفاده می‌گیرد. اعتبار این وسیله در اندازه‌گیری شاخص‌های رایج پا در مقایسه با روش رادیوگرافی توسط نویسندگان تحقیق حاضر مورد بررسی قرار گرفته و در مقاله‌ای تحت داوری است. تعیین پایایی اطلاعات حاصل از این وسیله به منظور اطمینان از صحت اطلاعات آن برای استفاده از این وسیله ضروری به نظر می‌رسد. لذا هدف از مطالعه حاضر تعیین پایایی جعبه عکسبرداری کف پا در اندازه‌گیری شاخص‌های رایج اثر پا می‌باشد.

1. Khamis & Yizhar
2. Lusardi & Nilsen
3. Medial longitudinal arch
4. Chen
5. Kanatli

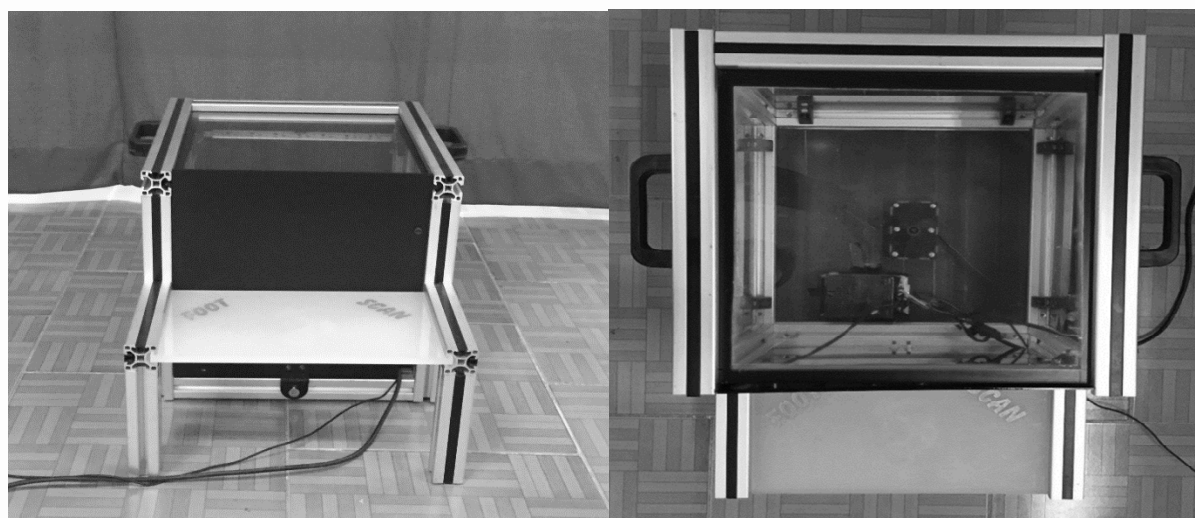
6. Billis
7. Nawoczenski
8. Hertel
9. Lee
10. Williams

11. Razeghi & Batt
12. Murley
13. Wearing
14. Queen

روش تحقیق

تحقیق حاضر از نوع توصیفی-همبستگی می باشد. جهت انجام تحقیق حاضر تعداد ۳۰ نفر با محدوده سنی ۲۰-۳۰ سال به صورت تصادفی انتخاب شدند. نمونه ها شامل ۱۵ مرد و ۱۵ زن که پس از تکمیل فرم رضایت نامه و اخذ مجوز از دانشگاه تهران وارد تحقیق شدند. سابقه شکستگی، جراحی در ناحیه مچ و پا (مال^۱ و دیگران، ۲۰۰۷)، اختلالات نورولوژیک، BMI کمتر از ۱۸ و یا بزرگتر از ۲۵ (جانلی^۲ و دیگران، ۲۰۱۱)، وجود زخم و پینه و یا درد در روز آزمون که بر روی نحوه ایستادن افراد تأثیر بگذارد (کوئین و دیگران، ۲۰۰۷) از معیارهای خروج از تحقیق بودند. به منظور ارزیابی قوس طولی داخلی از دستگاه جدید به نام جعبه عکسبرداری کف پا که توسط رجبی و دیگران (۲۰۱۵) در داخل کشور طراحی و ثبت اختراع شده است، استفاده شد. این دستگاه شامل یک جعبه با ابعاد ۴۰×۴۰×۵۰ سانتی متر و وزن ۴ کیلوگرم می باشد. در داخل جعبه یک دوربین مارک کانن و لنز Full HD

1080p - Carl Zeiss optics ساخت کشور ژاپن به منظور عکسبرداری از کف پا همچنین چراغ های LED به منظور شفاف سازی اثر پا تعبیه شده است، همچنین روی جعبه یک صفحه کریستال فشرده شفاف با قابلیت تحمل ۱۲۰ کیلوگرم وزن قرار دارد که محل قرارگیری افراد برای ارزیابی اثر کف پا می باشد. هنگامی که فرد روی صفحه مورد نظر می ایستد عکس از کف پا تهیه می شود سپس تصاویر و داده ها، از طریق کابل USB به صورت Real Time به کامپیوتر انتقال می یابند. برای برنامه ریزی این دستگاه از نرم افزار LabVIEW استفاده شده است که امکان اندازه گیری دقیق تمامی ابعاد پا برحسب طول (میلی متر) و درجه (زاویه) و ارزیابی شاخص های اثر پا (شاخص قوس^۳، استاهلی^۴، اثر پا^۵، چپائوکس اسمیراک^۶) را با استفاده از تکنیک پردازش تصویر و الگوریتم های فیلتراسیون فراهم می کند. از دیگر قابلیت های نرم افزار طراحی شده می توان به امکان نمایش دو بعدی پا، ذخیره همزمان داده ها و پرینت اطلاعات فردی اشاره کرد (شکل ۱).

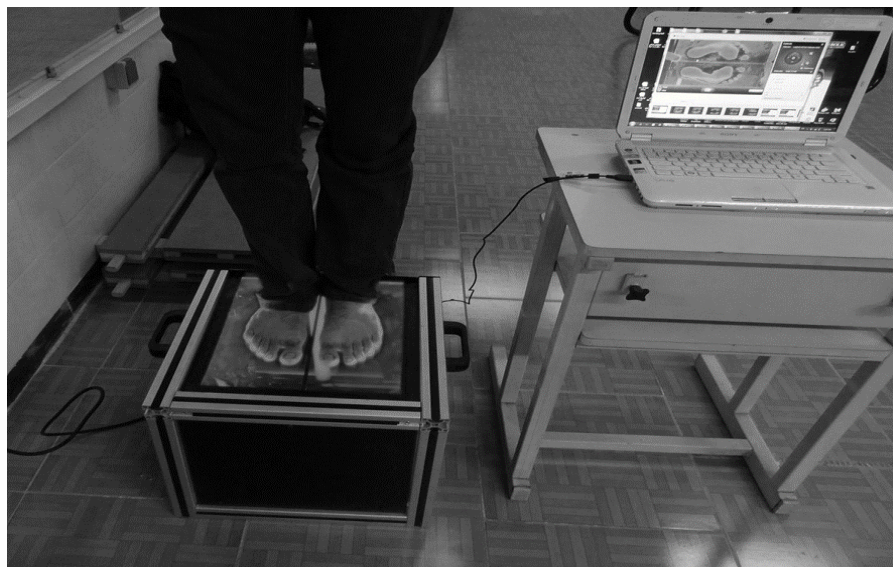


شکل ۱. جعبه عکسبرداری کف پا از نماهای مختلف

بایستند (چن و دیگران، ۲۰۰۶). سپس عکس توسط دستگاه مذکور از کف پای افراد گرفته شد و به کامپیوتر منتقل شد و توسط نرم افزار تعبیه شده برای این دستگاه شاخص های مورد نظر اندازه گیری شد (شکل ۲). فرایند اندازه گیری ۳ روز متوالی تکرار شد.

به منظور اندازه گیری شاخص های اثر پا به وسیله جعبه عکسبرداری کف پا از آزمودنی ها خواسته شد که بدون جوراب در محل تعبیه شده روی جعبه عکسبرداری کف پا در حالیکه زانو ها در حالت اکستنشن بوده و پاشنه ها و پنجه ها در یک راستا قرار داشتند و وزن بدن به طور مساوی بین دو پا تقسیم شده بود

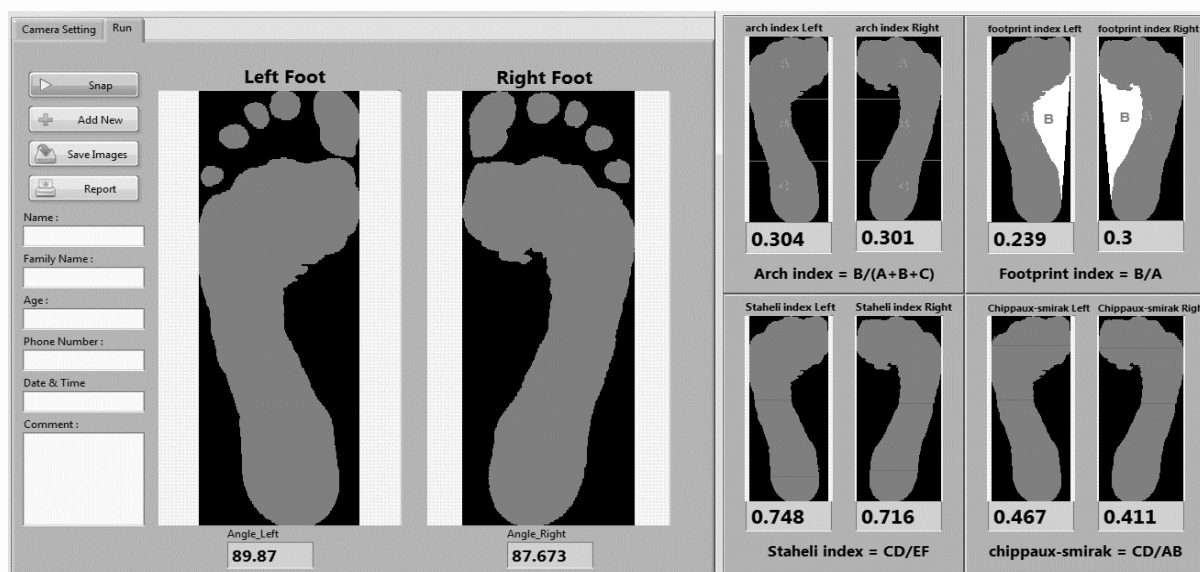
- | | |
|---------------|--------------------|
| 1. Mall | 5. Staheli |
| 2. Jonely | 6. Footprint |
| 3. Canon | 7. Chippaux smirak |
| 4. Arch index | |



شکل ۲. نحوه اندازه گیری شاخص های مورد نظر با جعبه عکسبرداری کف پا

در این مطالعه به منظور ارزیابی قوس طولی داخلی پا چهار شاخص رایج اثر پا که به طور رایج در تحقیقات قبلی مورد استفاده قرار گرفته اند، محاسبه شدند که این شاخص ها شامل شاخص قوس: نسبت یک سوم میانی پا بر کل اثر پا بدون انگشتان (رازقی و بت، ۲۰۰۲)، شاخص استاهلی: کوچکترین عرض ناحیه قوس به بزرگترین عرض ناحیه پاشنه (فرناندز^۱ و دیگران، ۲۰۱۵)، شاخص اثر پا: نسبت مساحت

سطح غیر تماسی کف پا به مساحت سطح تماس کف پا با زمین بدون در نظر گرفتن انگشتان (رازقی و بت، ۲۰۰۲) و شاخص چپائوکس اسمیراک: نسبت کوچکترین عرض در ناحیه قوس بر بیشترین عرض جلوی پا (کوئین و دیگران، ۲۰۰۷) بودند. این فرآیند در هر جلسه اندازه گیری سه بار و با فاصله یک دقیقه نسبت به هم تکرار شد، در نهایت میانگین سه تکرار به عنوان اندازه نهایی ثبت شد (شکل ۳).



شکل ۳. نرم افزار تعبیه شده جعبه عکسبرداری کف پا

تجزیه و تحلیل های آماری به وسیله نرم افزار SPSS19 و در سطح معنی داری $p < 0.05$ مورد بررسی قرار گرفتند. مقادیر $ICC < 0.1$ عنوان کم، برای مقادیر 0.1 تا 0.3 به عنوان نسبتاً کم، برای مقادیر 0.3 تا 0.5 به عنوان متوسط، مقادیر 0.5 تا 0.8 به عنوان قوی و مقادیر 0.8 تا 1.0 به عنوان خیلی قوی در نظر گرفته شدند (مویجیس^۵، ۲۰۱۰).

یافته ها

در جدول شماره ۱ میانگین و انحراف معیار اطلاعات توصیفی مربوط به اندازه گیری های آنتروپومتریک آزمودنی ها شامل قد، وزن و سن جهت شناخت بیشتر ویژگی های آزمودنی ها ارائه شده است

برای بررسی پایایی جعبه عکسبرداری کف پا از ضریب همسانی درونی (ICC)^۱ استفاده گردید (هپکینز^۲، ۲۰۰۰؛ بوذری و دیگران، ۲۰۱۲) همچنین خطای استاندارد اندازه گیری (SEM)^۳ برای تمامی شاخص ها محاسبه گردید. خطای استاندارد اندازه گیری (SEM) همانند ضریب تکرارپذیری، شاخصی از دقت اندازه گیری و ثبات و پایایی آزمون است و نشان دهنده این است که چگونه اندازه گیری های مکرر از یک فرد بوسیله همان ابزار، تمایل به توزیع در اطراف نمره واقعی فرد دارد (گودیر^۴، ۲۰۱۱). خطای استاندارد اندازه گیری از طریق فرمول زیر محاسبه گردید:

$$SEM = S\sqrt{1 - r_{xx}}$$

انحراف استاندارد S =
تکرار پذیری r_{xx} =

جدول ۱. مشخصات سن، وزن، قد آزمودنی های تحقیق

شاخص توده بدنی	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی متر)	سن (سال)	
۲۱/۸۵±۲/۴۹	۶۸/۶۰±۱۱/۹۵	۱۷۴/۶۶±۶/۷۹	۸۶/۸۶±۴۷/۲	مرد
۲۱/۵۵±۲/۲	۶۰/۱۰±۹/۷۶	۱۶۵/۹۰±۵/۷۶	۲۵/۸۰±۳/۶۲	زن

اطلاعات مربوط به میانگین، انحراف استاندارد، خطای استاندارد اندازه گیری (SEM) و ضریب همسانی درونی (ICC) بین سه بار اندازه گیری را نشان می دهد. همانطور که مشاهده می شود ضریب همسانی درونی بین ۳ بار اندازه گیری بسیار بالا (عالی) می باشد (ICC=۰/۹۴-۰/۹۶). همچنین خطای اندازه گیری جعبه عکسبرداری کف پا در اندازه گیری متغیرها بین ۰/۰۵ تا ۰/۰۶ می باشد.

جدول ۲. نتایج آزمون پایایی جعبه عکسبرداری کف پا در سه بار اندازه گیری

شاخص ها	نوبت اندازه گیری	میانگین ± انحراف استاندارد	دامنه	ضریب همسانی درونی ICC(95%CI)	خطای استاندارد اندازه گیری (SEM)
شاخص قوس (Arch index)	بار اول بار دوم بار سوم	۰/۲۹±۰/۰۱ ۰/۲۹±۰/۰۱ ۰/۲۹±۰/۰۱	۰/۱۰	*۰/۹۵ (۰/۹۱-۰/۹۷)	۰/۰۰۵
شاخص استاهلی (Staheli index)	بار اول بار دوم بار سوم	۰/۵۰±۰/۲۳ ۰/۵۱±۰/۲۲ ۰/۵۰±۰/۲۳	۰/۸۳	*۰/۹۶ (۰/۹۳-۰/۹۸)	۰/۰۰۶
شاخص اثر پا (Footprint index)	بار اول بار دوم بار سوم	۰/۳۲±۰/۱۲ ۰/۳۳±۰/۱۱ ۰/۳۳±۰/۱۱	۰/۴۴	*۰/۹۴ (۰/۸۹-۰/۹۷)	۰/۰۰۵
شاخص چیبائوکس اسمیراک (Chippaux-Smirak index)	بار اول بار دوم بار سوم	۰/۳۱±۰/۱۴ ۰/۳۲±۰/۱۴ ۰/۳۱±۰/۱۴	۰/۵۵	*۰/۹۵ (۰/۹۱-۰/۹۷)	۰/۰۰۵

* تفاوت معنی دار در سطح $p < 0.05$.

1. Interclass correlation coefficient

2. Hopkins

3. Standard error of the measurement

4. Goodier

5. Muijis

بحث

با توجه به شیوع نسبتاً بالای کف پای صاف و کف پای گود، دسترسی به وسیله ای آسان، غیرتهاجمی و تکرار پذیر جهت ارزیابی قوس طولی داخلی پا لازم به نظر می رسد. لذا هدف از مطالعه حاضر تعیین پایایی جعبه عکسبرداری کف پا در اندازه گیری شاخص های رایج اثر پا به وسیله محاسبه ضریب همسانی درونی (ICC) بین سه روز متوالی اندازه گیری می باشد. داشتن پایایی برای یک وسیله اهمیت بسزایی دارد. داشتن پایایی از جمله ویژگی های مهم و ضروری یک وسیله است تا ثبات و تکرار پذیری اندازه گیری های به عمل آمده توسط آن وسیله را مورد اطمینان قرار دهد و با افزایش پایایی، خطای اندازه گیری وسیله ی اندازه گیری کاهش پیدا می کند. نتایج آزمون سنجش پایایی نشان داد که ICC جعبه عکسبرداری کف پا در اندازه گیری شاخص استاهلی، شاخص قوس، شاخص چپائوکس اسمیراک و شاخص اثر پا به ترتیب برابر با ۰/۹۶، ۰/۹۵، ۰/۹۵ و ۰/۹۴ می باشد (جدول ۲). پایایی اندازه گیری های انجام شده در تمامی شاخص ها نشان دهنده ی پایایی خیلی قوی (بالا) می باشد (مویجیس، ۲۰۱۰؛ پالانت^۱، ۲۰۱۳). همانطور که در جدول ۲ ملاحظه می گردد خطای اندازه گیری جعبه عکسبرداری کف پا در اندازه گیری شاخص های اثر پا بین ۰/۰۰۵ تا ۰/۰۰۶ می باشد که نشان دهنده دقت بالای این وسیله می باشد. با توجه به اینکه جعبه عکسبرداری کف پا نمونه مشابهی ندارد، نمی توان با تحقیقات دیگر مقایسه صحیحی انجام داد لذا در این قسمت در مورد سایر روش های رایج مورد استفاده در اندازه گیری ابعاد و شاخص های اثر کف پا و مقایسه نتایج این روش ها با تحقیق حاضر صحبت خواهد شد. به طور کلی اندازه گیری شاخص های مذکور در تحقیقات دیگر نیز دارای پایایی بالا و قابل قبولی هستند، چنانچه کوئین و دیگران در مطالعه خود ضریب همسانی درونی ۰/۹۲-۰/۹۰ را بوسیله نوعی جعبه آینه ای برای این شاخص ها گزارش کرده اند (کوئین و دیگران، ۲۰۰۷). دلیل بیشتر بودن ضریب همسانی درونی تحقیق حاضر نسبت به تحقیق ذکر شده می تواند به علت تفاوت در روش ثبت و محاسبه اثر پا باشد و نشان از دقت بالاتر روش اندازه گیری شاخص ها در تحقیق حاضر نسبت به مطالعه کوئین و دیگران دارد. در مطالعه ای دیگر پاپوگا

و بورک ضریب همسانی درونی ۰/۹۷ برای شاخص استاهلی و چپائوکس اسمیراک و ۰/۸۹ برای شاخص قوس گزارش کردند (پاپوگا و بورک^۲، ۲۰۱۱). البته در هر دو تحقیق ذکر شده برای ثبت اثر پا و ارزیابی شاخص ها از روشهای متفاوتی استفاده شده است. به طور کلی یکی از مشکلات اصلی در محاسبه شاخص های مختلف با استفاده از اثر رد پا، تعیین محل صحیح نقاط مرجع مورد نیاز برای آنالیز بر روی اثر کف پا می باشد که منجر به بروز خطا و کاهش پایایی به ویژه پایایی بین ارزیاب در اندازه گیری شاخص های اثر پا می گردد (کوئین و دیگران، ۲۰۰۷؛ پاپوگا و بورک، ۲۰۱۱). جعبه عکسبرداری کف پا به علت عدم دخالت انسانی در تعیین این نقاط مرجع و محاسبه شاخص های اثر پا منجر به کاهش خطاهای انسانی می گردد و افزایش پایایی می شود که این موضوع یکی از مزیت های استفاده از این دستگاه می باشد. با توجه به پایایی بالا و خطای اندازه گیری بسیار پایین می توان گفت اندازه ها و شاخص های حاصل از جعبه عکسبرداری کف پا در افراد در دفعات مختلف اندازه گیری یکسان خواهد بود. بدین ترتیب می توان با توجه به سادگی کار با این وسیله، هزینه نسبتاً پایین و عدم نیاز به آموزش های پیچیده یا حضور افراد متخصص و همچنین پایایی بالا به دست آمده در تحقیق حاضر، از این وسیله در اندازه گیری شاخص های اثر پا با حجم نمونه بالا و دفعات متعدد با اطمینان از صحت نتایج ثبات و پایایی نتایج آن استفاده کرد.

نتیجه گیری: پایایی بالای (ICC=۰/۹۴-۰/۹۶) جعبه عکسبرداری کف پا در اندازه گیری شاخص های معتبر اثر پا نشان دهنده تکرارپذیری خوب نتایج حاصل از این دستگاه در اندازه گیری های مکرر می باشد که این امر در مورد هر وسیله اندازه گیری بسیار حائز اهمیت می باشد. در انتها، محققان پیشنهاد می کنند با توجه به پایایی بالا جعبه عکسبرداری کف پا در اندازه گیری و آنالیز شاخص های اثر پا و همچنین مزایای ویژه دستگاه از قبیل سهولت در استفاده، سرعت بالا، ایمنی بالا و مقرون به صرفه بودن محققان و متخصصان علوم پزشکی، توانبخشی و ورزشی از این وسیله در تحقیقات و ارزیابی های پا استفاده کنند.

منابع

- Boozari, S., Jafari, H., Sanjari, M. A., & Jamshidi, A. A. (2012). Reliability and minimal detectable change of foot arch height index device. *Sports Modern Rehabilitation*, 4(3,4), 35-40. [Persian]
- Billis, E., Katsakiori, E., Kapodistrias, C., & Kapreli, E. (2007). Assessment of foot posture: Correlation between different clinical techniques. *The Foot*, 17(2), 65-72.
- Chen, C. H., Huang, M. H., Chen, T. W., Weng, M. C., Lee, C. L., & Wang, G. J. (2006). The correlation between selected measurements from footprint and radiograph of flatfoot. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87(2), 235-40.
- Chen, K. C., Yeh, C. J., Kuo, J. F., Hsieh, C. L., Yang, S. F., & Wang, C. H. (2011). Footprint analysis of flatfoot in pre school aged children. *European Journal of Pediatrics*, 170(5), 611-7.
- Fernandez, S., Gonzalez-Martin, C., Seoane-Pillado, T., Lopez-Calvino, B., Pertega-Diaz, S., & Gil-Guillen, V. (2015). Validity of Footprint Analysis to Determine Flatfoot Using Clinical Diagnosis as the Gold Standard in a Random Sample Aged 40 Years and Older. *Journal of Epidemiology*, 25(2), 148-54.
- Everitt, B. S., & Skronadal, A. (2010). *The Cambridge Dictionary of Statistics. Reference Reviews*. 4th Edition
- Hertel, J., Gay, M. R., & Denegar, C. R. (2002). Differences in postural control during single-leg stance among healthy individuals with different foot types. *Journal of Athletic Training*, 37(2), 129-132.
- Hopkins, W.G. (2000). Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Medicine*, 30(1), 1-15.
- Jonely, H., Brismee, J. M., Sizer, P. S., & James, C. R. (2011). Relationships between clinical measures of static foot posture and plantar pressure during static standing and walking. *Clinical Biomechanics*, 26(8), 873-9.
- Kanatli, U., Yetkin, H., & Cila, E. (2001). Footprint and radiographic analysis of the feet. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 21(2), 225-8.
- Khamis, S., & Yizhar, Z. (2007). Effect of feet hyperpronation on pelvic alignment in a standing position. *Gait & posture*, 25(1), 127-34.
- Lee, M. S., Vanore, J. V., Thomas, J. L., Catanzariti, A. R., Kogler, G., Kravitz, S. R., Miller, S. J. & Gassen, S. C. (2005). Diagnosis and treatment of adult flatfoot. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, 44(2), 78-113.
- Lusardi, M. M., & Nilsen, C. C. (2007). *Orthotics and Prosthetics in Rehabilitation*. 2ed: Butterworth Henemann; Saunders, 182-3.
- Mahdieh, F., Rajabi, R., & Aghayari, A. (2013). Determination of foot arch index in deferent ages groups for men and women in Esfahan city. *Journal of Research in Rehabilitation Sciences*, 9(6), 1063-1076. [Persian].
- Mall, N. A., Hardaker, W. M., Nunley, J. A., & Queen, R. M. (2007). The reliability and reproducibility of foot type measurements using a mirrored foot photo box and digital photography compared to caliper measurements. *Journal of Biomechanics*, 40(5), 1171-6.
- Muijs, D. (2010). Doing quantitative research in education with SPSS: Sage. <http://www.modares.ac.ir/uploads/Agr.Oth.Lib.23.pdf>
- Murley, G. S., Menz, H. B., & Landorf, K. B. (2009). A protocol for classifying normal-and flat-arched foot posture for research studies using clinical and radiographic measurements. *Journal of Foot and Ankle Research*, 2(1), 1-13.

- Nawoczenski, D. A., Saltzman, C. L., & Cook, T. M. (1998). The effect of foot structure on the three-dimensional kinematic coupling behavior of the leg and rear foot. *Physical Therapy*, 78(4), 404-16.
- Pallant, J. (2013). SPSS survival manual: McGraw-Hill Education (UK), 90-94. <http://www.mheducation.co.uk/openup/chapters/0335208908.pdf>
- Papuga, M. O., & Burke, J. R. (2011). The reliability of the Associate Platinum digital foot scanner in measuring previously developed footprint characteristics: a technical note. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 34(2), 114-8.
- Queen, R. M., Mall, N. A., Hardaker, W. M., & Nunley, J. A. (2007). Describing the medial longitudinal arch using footprint indices and a clinical grading system. *Foot & Ankle International*, 28(4), 456-62.
- Razeghi, M., & Batt, M. E. (2002). Foot type classification: a critical review of current methods. *Gait & posture*, 15(3), 282-91.
- Wearing, S. C., Hills, A. P., Byrne, N. M., Hennig, E. M., & McDonald, M. (2004). The arch index: a measure of flat or fat feet? *Foot & Ankle International*, 25(8), 575-81.
- Williams, D. S., McClay, I. S., & Hamill, J. (2001). Arch structure and injury patterns in runners. *Journal of Clinical Biomechanics*, 16, 341-47.

Abstract

Reliability of Foot Photo Box in measuring selected footprint indexes

Mahsa Hakimipour^{1*}, Reza Rajabi², Hooman Minoonejad³, Amin rezza Soltani⁴

1. MSc in Sport Injury and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.
2. Full Professor, Department of Sport Injury and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Sport Injury and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.
4. Bachelor, Faculty of Mechanical engineering, Khaje Nasir Toosi University of Technology, Tehran, Iran.

Background and Aim: Measuring medial longitudinal arch of the foot is considered as the most important reference to identify foot disorders and to follow up treatment procedure and using footprint indexes is known as the most common method to evaluate medial longitudinal arch of foot. The aim of this study was to determine the reliability of Foot Photo Box in measuring selected footprint indexes. **Materials and Methods:** Design of Foot Photo Box was set based on a camera and image processing technique. In order to determine the reliability of the new device, 30 male and female subjects with the average age 25.33 ± 3.08 years, the weight 61.53 ± 9.6 Kg, the height 168.23 ± 9.16 cm and the body mass index 21.70 ± 2.32 were randomly selected among the statistical population. Measurement of the footprints were repeated for 3 continuous days. To determine the reliability of the foot photo box, interclass Correlation Coefficient (ICC) and standard error of measurement (SEM) were used and significant level set at $p < 0.05$. **Results:** Interclass correlation coefficient between the 3 measurements of all footprint indexes was very strong (high). Staheli index was the most reliable index ($ICC = 0.96$), and further the arch index ($ICC = 0.95$), chippaux-smirak index ($ICC = 0.95$), and footprint index ($ICC = 0.94$) also can be considered as a reliable one. **Conclusion:** Results of this research showed that Foot Photo Box is a reliable device in measuring common footprint indexes; therefore using this device is suggested for accurate and rapid measurement of footprint indexes in clinical and research centers.

Keywords: Reliability, Medial longitudinal arch, Footprint indexes.

Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport, vol. 4, no. 8, Fall & Winter 2016/2017

Received: Nov 29, 2015

Accepted: Apr 14, 2016

*Corresponding Author, address: Department of Sport Injury and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran;

Email: m.hakimipoor@yahoo.com