

تأثیر کفش ناپایدار بر حداکثر فشار در سه ناحیه کف کفش در دختران با کف پای صاف و سالم

الهام گندمکار^۱، دکتر منصور اسلامی^۲، دکتر مهران نقی زاده قمی^۳، امین گندمکار^۴

چکیده

سابقه و هدف: تحقیقات قبلی نشان دادند که کفش ناپایدار در مقایسه با کفش با کف تخت، موجب تعدیل فشار در نواحی میانی و عقب پا می‌شود. با وجود این، پژوهش مشابه در افراد با کف پای صاف انجام نشده است. هدف پژوهش حاضر بررسی اثر کفش ناپایدار بر فشار ناحیه میانی و عقب پا در افراد کف پای صاف طی مرحله اتکا راه رفتن بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه نیمه تجربی، ۳۲ دانشجوی دختر سالم در دو گروه کف پای صاف و سالم (به ترتیب با میانگین سنی ۰/۷ ± ۲۱/۶، ۰/۸ ± ۲۰/۸۱ سال، قد ۱۶۱ ± ۵۶/۹۹، ۱۶۱ ± ۵۶/۷۱ سانتی متر و جرم ۶۱ ± ۵۶/۷۱، ۵۶/۷۱ ± ۵/۲، ۱۶۱/۵۰ ± ۱۶/۵۰ کیلوگرم)، در شرایط کفش ناپایدار، کفش کنترل و پابرهنه با سرعت دلخواه راه رفتند و متغیر حداکثر فشار کف پا در نواحی سه گانه کف پا (جلو، میانی و عقب پا) با استفاده از دستگاه فوت اسکن اندازه گیری و مقایسه شد. جهت آزمون فرضیات از روش تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری و نیز آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده گردید.

یافته‌ها: حداکثر فشار در کفش ناپایدار در مقایسه با کفش کنترل در تمام نواحی کف پا افزایش معنادار (به ترتیب ۳۸/۹۹٪)، (۳۱/۴۸٪) و (۳۱/۵۴٪) یافت. کاهش معنادار حداکثر فشار در نواحی جلو (۱۶/۰۲٪) و عقب پا (۳۸/۳۰٪) در کفش ناپایدار در مقایسه با پای برهنه مشاهده شد ($P < 0.05$).

نتیجه گیری: استفاده از کفش ناپایدار در مقایسه با کفش کنترل، فشار کف پای را در نواحی سه گانه‌ی عقب، میانی و جلوی پا حین راه رفتن در دختران با کف پای صاف افزایش می‌دهد. از این رو، در توصیه این نوع کفش برای زنان با پای صاف باید احتیاط کرد.

واژه‌های کلیدی: کف پای صاف، فشار کف پا، راه رفتن، کفش ناپایدار.

۱. کارشناس ارشد بیومکانیک ورزشی، دانشگاه مازندران، مازندران، ایران

۲. دانشیار بیومکانیک ورزشی، دانشگاه مازندران، مازندران، ایران (نویسنده مسئول)

۳. استایار گروه آمار، دانشگاه مازندران، مازندران، ایران

۴. دانشجوی دکتری بیومکانیک ورزشی، دانشگاه مازندران، دانشگاه مازندران، مازندران، ایران

مقدمه:

پا مهم‌ترین وسیله تعامل بین زمین و بدن انسان است. ساختار عملکردی پا بر الگوی راه رفتن تأثیر مهمی می‌گذارد (۱ و ۲). به طوری که هرگونه انحراف در پاها اثر خود را به شکل زنجیروار به مفاصل و اندام‌های بالاتر انتقال می‌دهد. چنین استخوانی غیرطبیعی پا به طور نظری باعث حرکت غیرطبیعی پا هنگام راه رفتن می‌شود. از این رو، بروز ناهنجاری در این ناحیه به لحاظ بیومکانیکی حائز اهمیت است (۲).

یکی از شایع‌ترین ناهنجاری ناحیه پا، کف پای صاف^۱ می‌باشد (۳). صافی کف پا وضعیتی است که در آن قوس طولی - داخلی؛ که تمام قسمت داخلی پا را در بر می‌گیرد از بین رفته یا کاهش می‌یابد (۴). گزارش شده است که کف پای صاف در بین زنان (۶۲٪) و در مردان (۵٪) است که این نتایج نشان‌دهنده شیوع بیشتر این عارضه در زنان است (۵). در کف پای صاف تمایل شدیدی به وارد آمدن نیرو به پاشنه پا وجود دارد، در عین حال عمل پراکندگی شوک‌های وارده نیز حذف می‌شود. نیروهای شدید که هنگام تماس پاشنه پا با زمین اتفاق می‌افتد با گذشت زمان باعث آسیب ساختمانی پا می‌شوند. در افراد مختلف الگوی انتقال و جذب این نیروها ممکن است متفاوت باشد، ولی جذب ضعیف منجر به ایجاد درد مفصلی و آسیب‌های دیگر می‌شود.

اساساً برای درمان و بهینه‌سازی مشکلات ساختاری پا و کف پای صاف وسایل کمکی مختلفی تجویز می‌شوند که از جمله آن‌ها می‌توان به کفش و تو کفشی‌های مختلف اشاره نمود (۲ و ۴). در بازمینی تحقیقات انجام شده در مورد اثر کفی در افراد کف پای صاف سه درجه اثرگذاری می‌توان بیان شده است (۶). غالب این تأثیرات به بهبود عملکرد فیزیکی به‌ویژه در تعادل پویا و هزینه انرژی مرتبط بوده است (۶). علاوه بر این، گزارش شده است که کفی می‌تواند منجر به کاهش و تسکین درد، کاهش اورشن افزایش یافته، کاهش بار و گشتاور مفصلی میچ پا شود (۶). بوسی و همکاران^۲ گزارش نمودند که کفی با افزایش سطح تماس میانه پا، منجر به بهبود وضعیت افراد کف پای صاف می‌شود (۷). در سایر تحقیقات نیز کفی منجر به تغییرات الگوی حرکتی مناسب و تغییر الگو، زمان بندی و میزان فعالیت عضلانی در افرادی با صافی کف پا شده است (۸ و ۹). کفش به عنوان عنصر کلیدی نقش بسزایی در گام برداری بهینه دارد. تحقیقات نشان می‌دهند که تغییر در طراحی کفش می‌تواند تغییر قابل توجهی در پارامترهای بیومکانیکی پا ایجاد نماید. به این منظور تولیدکنندگان کفش تغییرات مختلفی را در آن به وجود آورده‌اند.

به تازگی کفش‌های جدیدی به نام کفش ناپایدار^۳ در بازار عرضه شده است که تفاوت چشمگیری از لحاظ شکل کف زیرین کفش با کفش‌های رایج معمولی دارند. این کفش‌ها انحناى گهواره‌ای شکل^۴ در راستای قدامی - خلفی دارند. سازندگان آن مدعی هستند که استفاده از این کفش‌ها موجب تعدیل فشار کف پا حین گام برداری می‌شود (۱۰ و ۱۱). با وجود این، این فرضیه در مورد افراد با کف پای صاف هنوز مورد مطالعه قرار نگرفته است. فرضیه ما در این تحقیق این است که ایجاد یک قوس معکوس در کف زیرین کفش (برخلاف تو کفشی‌ها که قوس رو به بالا دارند) می‌تواند به عنوان یک عامل جهت جبران قوس کف پا در افراد کف پای صاف به کار رود تا فشار کف پا را به حالت طبیعی نزدیک کند. علاوه بر این، با توجه به اینکه کف خارجی کفش، اولین ناحیه‌ای است که با زمین ارتباط دارد و در معرض مستقیم نیروی عکس العمل زمین قرار می‌گیرد، طراحی درست کف

1 - Flatfoot

2 - Bousie et al

3 - Unstable Shoes

4 - Rocker shape

کفش و دانستن فشار وارد بر کف زیرین کفش می‌تواند در بررسی و درمان آسیب‌های ناشی از حرکت را کمک‌کننده باشد. با این حال، تحقیقی در این زمینه انجام نگرفته است و تحقیقات گذشته صرفاً روی فشار کف پا متمرکز بوده‌اند. بنابراین، تحقیق حاضر به بررسی تأثیر کفش ناپایدار بر حداکثر فشار کف کفش در افراد کف پای صاف و سالم در مقایسه با شرایط پای برهنه و کفش کنترل حین راه رفتن می‌پردازد. فرضیه ما در این تحقیق این بود که کفش ناپایدار می‌تواند منجر به کاهش متغیرهای مرتبط با فشار کف پا در افراد کف پای صاف در مقایسه با افرادی با کف پای طبیعی گردد. بنابراین هدف ما در این تحقیق مقایسه تأثیر کفش ناپایدار بر فشار کف کفش در دختران با کف پای صاف و سالم طی مرحله اتکای راه رفتن بود.

روش پژوهش:

تعداد ۳۲ نفر آزمودنی (۱۶ نفر با کف پای صاف و ۱۶ نفر با کف پای نرمال) از بین دانشجویان دختر دانشگاه مازندران به صورت در دسترس انتخاب شدند. مشخصات دموگرافی آزمودنی‌ها در جدول ۱ گزارش شده است. هیچ یک از آزمودنی‌ها سابقه استفاده از کفش طبی، کفی طبی و کفش ناپایدار را نداشتند و از سلامت جسمانی برخوردار بودند. پس از امضا نمودن فرم رضایت‌نامه، آزمودنی‌ها وارد پروتکل تحقیق شدند. آزمودنی‌ها توسط فیزیوتراپ از ناحیه کف پا با استفاده از شاخص افتادگی ناوی مورد ارزیابی قرار گرفتند (۱۳ و ۱۲) (جدول ۲). شرط لازم برای شرکت در هر گروه دارا بودن نمرات مربوط به آزمون در هر دو پا بود.

جدول ۱. مقایسه مشخصات دموگرافی بین گروه کف پای صاف و گروه کف پای نرمال.

| متغیرها | گروه کف پای صاف | گروه کف پای نرمال |
|-----------------------|------------------|-------------------|
| تعداد (نفر) | ۱۶ | ۱۶ |
| سن (سال) | $21/6 \pm 0/7$ | $20/81 \pm 0/8$ |
| جرم (کیلوگرم) | $56/99 \pm 6/1$ | $56/71 \pm 6/1$ |
| قد (سانتی‌متر) | $161/96 \pm 3/9$ | $161/50 \pm 5/2$ |
| شماره کفش (EU) | $38/43 \pm 0/6$ | $38/56 \pm 0/5$ |
| افت ناوی (میلی‌متر) * | $11/18 \pm 0/9$ | $6/06 \pm 0/7$ |

علامت * بیان‌گر اختلاف معنی‌دار بین گروه کف پای صاف و گروه نرمال می‌باشد ($P < 0/05$).

جدول ۲. معیار تعیین نوع کف پا طی سنجش از طریق شاخص افتادگی ناوی

| نوع کف پا | کف پای معمولی | کف پای صاف | کف پای گود |
|------------------------------------|---------------|------------|------------|
| میزان شاخص افتادگی ناوی (میلی‌متر) | ۵-۹ | بیشتر از ۹ | کمتر از ۵ |

در آغاز ورود به آزمایشگاه، برای حذف اثر حاد کفش ناپایدار، از آزمودنی‌ها خواسته شد تا به مدت ۱۵ دقیقه با کفش ناپایدار در محوطه آزمایشگاه راه بروند. سپس پروتکل تحقیق که شامل راه رفتن با سرعت دلخواه (به ترتیب پای برهنه، کفش کنترل، کفش ناپایدار) در مسیر مستقیم ۱۲ متری تعبیه شده در آزمایشگاه بود، انجام گرفت. متغیر حداکثر فشار کف پای در نواحی سه گانه کف پا (جلو، میانی و عقب پا) طی راه رفتن بر روی دستگاه فوت اسکن (مدل RSscan به ابعاد ۱×۰/۴ متر ساخت کشور بلژیک) اندازه گیری شد. این دستگاه در وسط مسیر راه رفتن به گونه‌ای جای‌گذاری شده بود که آزمودنی‌ها قادر به تشخیص آن نبودند (۱۴).

آزمودنی‌ها پروتکل تمرین را چندین بار انجام دادند تا برای هر یک ۳ کوشش متوالی موفق ثبت و میانگین این ۳ کوشش به عنوان داده‌های مربوط به هر آزمودنی منظور گردد. کوشش موفق طی تماس کامل کف پا با الگوی طبیعی راه رفتن بود. تماس کامل کف پا با نمایش دیداری فشار در دستگاه فوت اسکن کنترل گردید. کفش‌های مورد بررسی در این پژوهش در اندازه‌های ۳۷ تا ۳۸ برحسب اندازه پای آزمودنی‌ها تهیه گردیدند که شامل کفش کنترل (آدیداس ورزشی با کف تخت ساخت چین) و همچنین کفش ناپایدار (پرفکت استپ تحت لیسانس امریکا) بود (شکل ۱). به منظور آزمون فرضیات تحقیق از روش تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری^۱ و همچنین آزمون تعقیبی bonferroni، در سطح اطمینان ۹۵٪ در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ استفاده شد ($P < 0/05$).



شکل ۱. الف: کفش کنترل، ب: کفش ناپایدار

یافته‌ها:

نتایج تحقیق نشان داد که به‌طور کلی در بین دو گروه کف پای صاف و نرمال در حداکثر فشار نواحی سه گانه کف پای اختلاف معناداری وجود ندارد. جدول ۲ میانگین و انحراف استاندارد حداکثر فشار را در نواحی مختلف پا هنگام راه رفتن با پوشش‌های مختلف نشان می‌دهد. در ناحیه جلو حداکثر فشار هنگام استفاده از کفش ناپایدار در مقایسه با کفش کنترل به‌طور معناداری افزایش (۳۹٪) و در مقایسه با پای برهنه کاهش (۱۶٪) یافت

($P < 0/05$). در ناحیه میانی پا حداکثر فشار هنگام استفاده از کفش ناپایدار در مقایسه با کفش کنترل و پای برهنه به طور معناداری (به ترتیب (۳۱٪) و (۴۵٪)) افزایش یافت ($P < 0/05$). در ناحیه عقب پا حداکثر فشار هنگام استفاده از کفش ناپایدار در مقایسه با کفش کنترل به طور معناداری افزایش (۳۱٪)، و در مقایسه با پای برهنه (۳۸٪) کاهش یافت ($P < 0/05$).

جدول ۲. مقایسه میانگین و انحراف استاندارد حداکثر فشار (N/Cm^2) در نواحی مختلف پا در سه نوع پوشش پا در مرحله اتکای راه رفتن

| پوشش پا | نواحی پا: میانگین (انحراف استاندارد) | ناحیه جلو | ناحیه میانی | ناحیه عقب |
|--------------|--------------------------------------|---------------|---------------|-----------|
| پای برهنه | # ۶/۲۴ (۰/۴۴) | # ۲/۶۱ (۰/۲۰) | # ۱/۷۲ (۰/۷۷) | |
| کفش کنترل | & ۳/۷۷ (۰/۲۶) | & ۲/۸۹ (۰/۲۶) | & ۴/۰۹ (۰/۳۷) | |
| کفش ناپایدار | & ۵/۲۴ (۰/۳۹) | & ۳/۸۰ (۰/۲۸) | & ۵/۳۸ (۰/۴۵) | |

* اختلاف معنی دار بین پای برهنه و کفش ورزشی در سطح معنی داری ($P \leq 0/05$)

اختلاف معنی دار بین پای برهنه و کفش ناپایدار در سطح معنی داری ($P \leq 0/05$)

& اختلاف معنی دار بین کفش ورزشی و کفش ناپایدار در سطح معنی داری ($P \leq 0/05$)

بحث:

هدف از تحقیق حاضر مقایسه فشار کف پای و متغیرهای مرتبط با آن در دو نوع مختلف کفش ناپایدار (با زیره قوسی شکل) و کفش کنترل (با زیره معمولی) بود. متغیرهای فشار، نیرو و سطح تماس در سه ناحیه پا (عقب، میانی و جلو) در آزمودنی‌هایی با صافی کف پا طی راه رفتن روی دستگاه فوت اسکن اندازه‌گیری و آزمون آماری شد. نتایج نشان داد که کفش ناپایدار افزایش معناداری را در متغیر اوج فشار در ناحیه عقب پا در مقایسه با کفش کنترل ایجاد نموده است. افزایش میزان فشار در نتیجه افزایش نیروی عمودی می‌تواند ناشی از سفتی زیره و ویژگی بالشتکی کم این نوع کفش باشد. ویژگی بالشتکی کفش به توانایی زیره کفش در تعدیل نیروهای برخورد اطلاق می‌شود. علاوه بر این، طراحی خاص پاشنه کفش ناپایدار نیز می‌تواند عاملی دیگر باشد. در کفش ناپایدار برخی از خلفی‌ترین لایه‌های کفش برداشته شده و به لایه‌های بخش میانی اضافه شده تا ظاهر قوسی شکل ایجاد شود. با توجه به اینکه افراد غالباً با الگوی پاشنه- پنجه راه می‌روند، پاشنه با لایه‌های کمتری نسبت به طراحی رایج کفش‌های استاندارد مواجه شده و نیروی عمودی و فشار وارد بر پاشنه افزایش یافته است. این یافته به نوعی با نتایج پژوهش بویبر و همکاران^۱ همسو است (۱۵). علاوه بر این، در ناحیه میانی و جلویی نیز فشار در کفش ناپایدار افزایش یافت.

افزایش فشار در نواحی سه‌گانه کف پای، می‌تواند ارتباط به سفتی و خاصیت جذبی کم تخت و زیره در کفش ناپایدار داشته باشد. این فشارهای غیرطبیعی با گذشت زمان زمینه‌ی ایجاد آسیب در ناحیه کف پا را فراهم می‌کنند. نتایج پژوهش استوارت و همکاران^۲ برخلاف این یافته می‌باشد (۱۱). ممکن است این اختلاف به جهت نوع

1 - Boyer et al

2 - Stewart et al

ابزار مورد استفاده برای اندازه‌گیری فشار باشد زیرا که این محققین فشار موجود بین کف پا و کف داخلی کفش را با استفاده از دستگاه تو کفشی پدار اندازه‌گیری کردند اما در تحقیق حاضر فشار موجود بین کف زیرین کفش و زمین با استفاده از دستگاه فوت اسکن اندازه‌گیری شده است. مغایرت برخی از نتایج تحقیق حاضر با تحقیقات دیگر نیز ممکن است به جهت نوع آزمودنی (سالم - ناسالم) باشد. علاوه بر این سختی و جنس زیره کفش نیز عامل تأثیرگذار بر فشار است که می‌تواند عاملی در ایجاد این تناقض باشد.

از جهت دیگر کفش ناپایدار کاهش معناداری را در حداکثر فشار در نواحی جلو و عقب پا در مقایسه با پای برهنه ایجاد نموده است. هرچند تاکنون تحقیقی در این زمینه انجام نگرفته است ولی با توجه به این نتایج می‌توان گفت کفش ناپایدار تأثیر مفیدی در نواحی جلو و عقب پا نسبت به پای برهنه هنگام راه رفتن ایجاد می‌کند. به عبارت دیگر ساختار قوسی شکل کفش ناپایدار در حرکت انتقالی پاشنه به پنجه، فشار را بیشتر به ناحیه میانی پا وارد می‌کند. این تأثیر برای افرادی که نیاز به کاهش فشار در نواحی ذکر شده دارند مفید می‌باشد. در نتیجه به نظر می‌رسد کفش‌های ناپایدار برای افرادی که درد در نواحی جلو و عقب پا دارند، خار پاشنه و پاشنه‌ی دردناک، افرادی که دارای نوروپاتی دیابتی و زخم پا هستند، ممکن است مفید باشد. هرچند استفاده از آن برای مشکلات ناحیه میانی توصیه نمی‌گردد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که به‌طور کلی در بین دو گروه کف پای صاف و نرمال اختلاف معناداری مشاهده نشد. هرچند برخی تحقیقات تفاوت معنادار در بین کف پای صاف و نرمال را نشان دادند (۱۶-۲۰). در مقابل، یافته‌های محققین دیگر با تحقیق حاضر هم‌خوانی نزدیکی نشان داد (۲۱-۲۶). به نظر می‌رسد که در افراد کف پای صاف، تطابق‌های موردنیاز در حین راه رفتن از طریق جبران عضلانی امکان‌پذیر است. در مجموع می‌توان نتیجه گرفت اگر افراد مبتلا به کف پای صاف انعطاف‌پذیر برای مدت کوتاهی راه بروند یا فاصله‌ی کوتاهی را طی نمایند، توزیع فشار با افراد با کف پای نرمال تفاوتی ندارد. بنابراین ممکن است افراد کف پای صاف هنگام راه رفتن در مسافت کوتاه، نیازی به استفاده از کفی طبی و یا غیره نداشته باشند. همچنین به نظر می‌رسد که کفش ورزشی معمولی در مقایسه با کفش ناپایدار در کاهش توزیع فشار در نواحی مختلف مؤثرتر است.

صافی کف پا با تغییرات در مکانیسم‌های جذب شوک با افزایش فشار به‌ویژه در نواحی عقب و میانی کف پا همراه است (۱۶، ۱۷، ۱۹). ارائه روش‌هایی مطلوب جهت کاهش و بهینه‌سازی نیروهای اعمالی به این نواحی و به تبع آن تصحیح فشار وارده می‌تواند کارایی و عملکرد پا را افزایش داده و منجر به بهبود وضعیت در این افراد گردد. در این تحقیق ما به دنبال این بودیم تا بر اساس برخی مستندات مفید بودن کفش‌های ناپایدار در جذب و نیروهای اعمالی، با ارزیابی این نوع کفش‌ها، آن را برای افرادی با صافی کف پا به‌عنوان عاملی ایمن توصیه نماییم. به نظر می‌رسد کفش ناپایدار کف پا را با نیروی عمودی و فشار بیشتری نسبت به کفش با تخت معمولی روبرو می‌کند. نیروهای برخوردی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل ایجاد و توسعه آسیب ناحیه‌ای پا و جدایی افراد از فعالیت بدنی محسوب می‌شود (۲۷-۳۰). در واقع کاهش این نیروها به‌ویژه نیروی عمودی، همان هدفی است که کفش‌های استاندارد برای آن طراحی شده‌اند. افزایش این فشارهای اضافی با گذشت زمان طی برخوردهای تکراری حین راه رفتن، زمینه ایجاد و توسعه‌ی آسیب در ناحیه کف پا را فراهم می‌کند؛ بنابراین، نتایج به ناکارآمدی این کفش‌ها در تعدیل فشار کف‌پایی در افراد با صافی کف پا اشاره دارد.

در تحقیقات آتی پیشنهاد می‌شود وضعیت فشار و نیروهای اعمالی نواحی نسبت به هم در سایر دفورمیتی‌های

ناحیه پا نظیر گودی کف پا و سایر شرایط فیزیولوژیک نظیر خستگی مورد توجه پژوهشگران علاقه‌مند قرار گیرد تا نظر جامعی در مورد اثرات این نوع کفش‌ها بیان گردد. در این تحقیق ما با محدودیت‌هایی نیز روبرو بودیم که از جمله آن‌ها می‌توان به عامل سختی لایه‌های زیره کفش اشاره نمود. جنس لایه‌های به‌کاررفته در زیره کفش نقش اساسی در تعدیل نیروهای برخوردی و فشار حاصل از نیروی عمودی دارد. هرچند در تحقیق حاضر این عامل با توجه به عدم دسترسی به ابزار مناسب مورد ارزیابی قرار نگرفت.

نتیجه‌گیری نهایی: استفاده از کفش ناپایدار در مقایسه با کفش کنترل، فشار کف‌پایی را در نواحی سه‌گانه‌ی جلو، میانی و عقب پا حین راه رفتن را در افراد دارای کف پای صاف افزایش می‌دهد. از این رو این نوع کفش‌ها را نمی‌توان به‌عنوان عاملی ایمن جهت کاهش میزان فشار وارد بر کف پا برای این افراد توصیه نمود.

References:

- Ledoux WR, Hillstrom HJ. (2002). The distributed plantar vertical force of neutrally aligned and pes planus feet. *Gait & posture*; 15 (1): 1-9.
- Zifchock RA, Davis I. (2008). A comparison of semi-custom and custom foot orthotic devices in high-and low-arched individuals during walking. *Clinical biomechanics* ; 23 (10): 1287.
- Lee MS, Vanore JV, Thomas J, Catanzariti AR, Kogler G, Kravitz SR, et al. (2005). Diagnosis and treatment of adult flatfoot. *Journal of Foot and Ankle Surgery*; 44 (2): 78-113.
- Chen YC, Lou SZ, Huang CY, Su FC. (2010). Effects of foot orthoses on gait patterns of flat feet patients. *Clinical biomechanics*; 25 (3): 265.
- Umar M, Paul A. (2010). Incidence of Flat Foot and Anthropometric Comparison Between Flat and Normal Foot of the Yoruba Ehtnic Group of Nigeria. *Research Journal of Applied Sciences*; 5 (6): 412-416.
- Banwell H, Mackintosh S, Thewlis D. (2014). Foot orthoses for adults with flexible pes planus: a systematic review. *Journal of foot and ankle research*; 7: 23.
- Bousie J, Blanch P, McPoil T, Vicenzino B. (2013). Contoured in-shoe foot orthoses increase mid-foot plantar contact area when compared with a flat insert during cycling. *Journal of Science and Medicine in Sport*; 16 (1): 60-64.
- Murley G, Landorf K, Menz H. (2010). Do foot orthoses change lower limb muscle activity in flat-arched feet towards a pattern observed in normal-arched feet?. *Journal of Science and Medicine in Sport*; 13 (1): 48-49.
- Chen Y, Lou SH, Huang C, Su F. (2010). Effects of foot orthoses on gait patterns of flat feet patients. *Clinical Biomechanics*; 25 (3): 265-270.
- Romkes J, Rudmann C, Brunner R. (2006). Changes in gait and EMG when walking with the Masai Barefoot Technique. *Clinical Biomechanics*; 21 (1), 75-81.
- Stewart L, Gibson J, Thomson CE. (2007). In-shoe pressure distribution in "unstable"(MBT) shoes and flat-bottomed training shoes: a comparative study. *Gait & posture*; 25 (4): 648-651.
- Brody D. (1982). Techniques in the evaluation and treatment of the injured runner. *The orthopedic clinics of north America*; 13 (3): 541.
- Cote KP, Brunet ME, II BMG, Shultz SJ. (2005). Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *Journal of athletic training*; 40 (1): 41.
- Meng Z, Yuan W, Kang Y. (2007). Plantar pressure distribution during barefoot and

- shod race walking. *Journal of Biomechanics*; 40 (2): 534.
15. Boyer R, Gitter A, Barnes L. Determination of ankle muscle power in normal gait using an EMG-to-force processing approach. *Journal of Electromyography and Kinesiology*; 2010. 20: 46–54.
 16. Bacarin TA, Canetti MG, Akashi PMH, Sacco ICN (2006). Plantar pressure distribution differences between flat and normal feet in healthy subjects. *Journal of biomechanics*; 39 (1): 111.
 17. Simkin A, Leichter I, Giladi M, Stein M, Milgrom C. (1989). Combined effect of foot arch structure and an orthotic device on stress fractures. *Foot & ankle*; 10 (1): 25.
 18. Sneyers C, Lysens R, Feys H, Andries R. (1995). Influence of malalignment of feet on the plantar pressure pattern in running. *Foot & ankle international American Orthopaedic Foot and Ankle Society*; 16 (10): 624.
 19. Williams Iii DS, McClay IS, Hamill J. (2001). Arch structure and injury patterns in runners. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*; 16 (4): 341-347.
 20. Han JT, Koo HM, Jung JM, Kim YJ, Lee JH. (2011). Differences in Plantar Foot Pressure and COP between Flat and Normal Feet During Walking. *Journal of Physical Therapy Science*; 23 (4): 683-685.
 21. Kanatli U, Yetkin H, Yalcin N. (2003). The relationship between accessory navicular and medial longitudinal arch: Evaluation with a plantar pressure distribution measurement system. *Foot And Ankle International*; 24 (6): 486-489.
 22. 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 (5): 585-593.
 23. Michelson J, Durant D, McFarland E. (2002). The injury risk associated with pes planus in athletes. *Foot & ankle international*; 23 (7): 629.
 24. Bertani A, Cappello A, Benedetti M, Simoncini L, Catani F. (1999). Flat foot functional evaluation using pattern recognition of ground reaction data. *Clinical biomechanics*; 14 (7): 484-493.
 25. Burns J, Keenan AM, Redmond A. (2005). Foot type and overuse injury in triathletes. *Journal of the American Podiatric Medical Association*; 95 (3): 235-241.
 26. Hunt AE, Smith RM. (2004). Mechanics and control of the flat versus normal foot during the stance phase of walking. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*; 19 (4): 391-397.
 27. Taunton J, Ryan M, Clement D, McKenzie D, Lloyd-Smit D, Zumbo B. (2002). A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *British Journal of Sports Medicine*; 36: 95–101.
 28. Zadpoor A, Asadi Nikooyan A. (2011). The relationship between lower-extremity stress fractures and the ground reaction force: A systematic review. *Clinical Biomechanics*; 26: 23–28.
 29. Milner CE, Ferber R, Pollard D, et al. (2006). Biomechanical factors associated with tibial stress fracture in female runners. *Med Sci Sports Exerc*; 38 (2): 323–8.
 30. Nigg B. (2010). *Biomechanics of Sport Shoes*. First Edition. Topline Printing Inc. Calgary, Alberta; 263-274.