

## Comparison of Plantar Pressure Variables during Walking in Male and Female

Mohsen Barghamadi<sup>1\*</sup> , Mohammad Abdollahpour Darvishani<sup>2</sup> , Amir Ali Jafarnezhadgero<sup>3</sup> ,  
Mahrokh Dehghani<sup>4</sup> 

1. Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
2. M.Sc. of Sport Biomechanics, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Education Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
3. Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
4. Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

### ABSTRACT

**Aims and background:** The Survey of plantar pressure variables provides better understanding of the potential injury to the plantar area nowadays. The aim of this study was the Comparison of plantar pressure variables during walking in male and female.

**Materials and methods:** The present study included 15 males and 15 female. A foot scan set (sampling rate: 300Hz) was used for measuring plantar pressure variables during walking in male and female. Independent sample t-test was used for statistical analysis.

**Finding:** Results demonstrated that the Medio-lateral ( $p=0/001$ ) and anterior-posterior ( $p=0/001$ ) displacement of the center of pressure during walking in male is greater than female. Also fifth metatarsal peak plantar pressure during walking in male is greater than female ( $p= 0/004$ ). In addition peak force first ( $p=0/043$ ), third ( $p=0/049$ ), fourth ( $p= 0/012$ ), fifth ( $p= 0/011$ ) and heel medial ( $p= 0/049$ ) metatarsals during walking in male greater than that female.

**Conclusion:** According to the findings of this study, the increase in Center of pressure fluctuations and pressure and forces during walking in men and the relationship between pressure and force pattern with injury, indicates more susceptibility to injury during walking in men.

**Keywords:** plantar pressure, Walking, Health

► Please cite this paper as:

Barghamadi M, Abdollahpour Darvishani M, Jafarnezhadgero A A, Dehghani M [Comparison of Plantar Pressure Variables during Walking in Male and Female(Persian)]. J Anesth Pain 2019;10(3):81-90.

**Corresponding Author:** Mohsen Barghamadi, Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

**Email:** barghamadi@uma.ac.ir

## فصلنامه علمی پژوهشی بیهوشی و درد، دوره ۱۰، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸

## مقایسه متغیرهای فشار کف پای در مردان و زنان سالم طی راه رفتن

محسن برغمادی<sup>۱\*</sup>، محمد عبدالله پور درویشانی<sup>۲</sup>، امیرعلی جعفر نژاد گروه<sup>۳</sup>، ماهرخ دهقانی<sup>۴</sup>

۱. استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد بیومکانیک ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۳. استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۴. استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۴/۲۹

تاریخ بازبینی: ۱۳۹۸/۴/۱۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۲/۱۴

## چکیده

**زمینه و هدف:** بررسی متغیرهای فشار کف پای امروزه درک درستی از آسیب‌های احتمالی وارده به کف پا می‌دهد. لذا هدف از پژوهش حاضر مقایسه متغیرهای فشار کف پای در مردان و زنان سالم طی راه رفتن بود.

**مواد و روش‌ها:** پژوهش حاضر شامل ۱۵ مرد و ۱۵ زن سالم بود. جهت اندازه‌گیری متغیرهای فشار کف پای طی راه رفتن در مردان و زنان سالم از دستگاه فوت اسکن (نرخ نمونه برداری: ۳۰۰ هرتز) استفاده شد. جهت تحلیل‌های آماری از تی مستقل استفاده شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد میزان جابجایی مرکز فشار در راستای داخلی-خارجی ( $P=0/001$ ) و قدامی-خلفی ( $P=0/001$ ) مردان در مقایسه با زنان طی راه رفتن بیشتر بوده است. همچنین نتایج نشان داد اوج فشار در استخوان کف پای پنجم در مردان در مقایسه با زنان طی راه رفتن بیشتر بوده است ( $P=0/004$ ). به علاوه اوج نیروها در استخوان کف پای اول ( $P=0/043$ )، سوم ( $P=0/049$ )، چهارم ( $P=0/012$ )، پنجم ( $P=0/011$ ) و قسمت داخلی پاشنه ( $P=0/049$ ) در مردان در مقایسه با زنان بیشتر بوده است.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به یافته‌های پژوهش مبنی بر افزایش نوسانات مرکز فشار و افزایش فشار و نیروها در مردان طی راه رفتن و رابطه بین الگوی فشار و نیرو با آسیب‌دیدگی، به نظر می‌رسد مردان در طول راه رفتن بیشتر در معرض آسیب دیدگی قرار دارند. **کلید واژه:** متغیرهای فشار کف پای، راه رفتن، سالم

## مقدمه

در انسان دارد<sup>(۱-۳)</sup>. هنگام راه رفتن پا با مفصل تحت قاپی با سطح زمین سازگاری برقرار کرده و در حفظ تعادل به فرد کمک می‌کند<sup>(۴)</sup>. ناهنجاری پا یکی از عوامل

پا به عنوان یکی از ساختارهای مهم در اندام تحتانی نقش مهمی در نیروی جلو برنده و عملکردی در طی راه رفتن

نویسنده مسئول: استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران  
پست الکترونیک: barghamadi@uma.ac.ir

پژوهش را کلیه افراد سالم مرد (با دامنه سنی ۲۶-۲۱) و زن (با دامنه سنی ۲۷-۲۱) شهرستان اردبیل تشکیل دادند. نرم‌افزار آماری G\*Power نشان داد که برای اندازه اثر برابر ۰/۸، سطح معنی‌داری برابر ۰/۰۵، توان آماری برابر ۰/۸ در آزمون t مستقل با دو گروه نیاز به حداقل ۳۰ نفر آزمودنی در مجموع دو گروه می‌باشد. نمونه آماری پژوهش حاضر که به روش تصادفی انتخاب شده‌اند شامل ۱۵ مرد سالم با میانگین و انحراف معیار سن، قد و وزن به ترتیب برابر ۱/۳۲ ± ۰/۲۳، ۵/۹۸ ± ۱۷۸/۴۶ سانتی‌متر و ۷/۴۹ ± ۷۴/۹۳ کیلوگرم بود و ۱۵ زن سالم با میانگین و انحراف معیار سن، قد و وزن به ترتیب برابر ۱/۵۹ ± ۲۲/۶۰، ۱۶۴/۸۶ ± ۴/۸۶ سانتی‌متر و ۶۱/۲۰ ± ۹/۴۸ کیلوگرم بود. معیارهای خروج از تحقیق: دارا بودن اختلالات عصبی - حرکتی یا ارتوپدی، استفاده از داروهایی که بر سیستم عصبی مرکزی تأثیر می‌گذارد بود. سپس شناسایی پای غالب افراد از طریق شوت توپ فوتبال شناسایی شد<sup>(۱۵)</sup>. شرکت‌کنندگان به طور کامل در مورد هدف و پروتکل مطالعه مطلع شده و رضایت‌نامه کتبی را به طور آگاهانه امضا کردند. پژوهش حاضر دارای کد اخلاق با شماره IR.ARUMS.REC.1397.027 بوده که از کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی اردبیل دریافت گردید. تمام بخش‌های اجرایی پژوهش حاضر بر طبق بیانیه هلسینکی انجام شد.

### تجزیه و تحلیل راه رفتن

دستگاه فوت اسکن در وسط مسیر راه رفتن ۱۵ متری قرار داشت. داده‌های متغیرهای فشار کف پای با استفاده از نرم‌افزار (آر، اس، اسکن) و با فرکانس نمونه‌برداری ۳۰۰ هرتز ثبت شد. کوشش راه رفتن صحیح شامل برخورد کامل پا بر روی قسمت میانی دستگاه فوت اسکن بود. اگر فرد نمی‌توانست گام خورد را بر روی فوت اسکن مورد هدف قرار دهد یا آزمودنی تعادل خود را از دست می‌داد کوشش راه رفتن تکرار می‌شد. داده‌های متغیرهای فشار کف پای در طی فاز اتکای راه

شایع در ایجاد درد، خستگی و اختلال عملکرد می‌باشد<sup>(۵)</sup>.<sup>(۶)</sup> تشخیص و مدیریت چنین ناهنجاری‌ها می‌تواند پیچیده باشد و بیش از حد درمان می‌تواند هزینه‌های غیرضروری برای افراد به دنبال داشته باشد<sup>(۷،۸)</sup>. زنان مردان از نظر آناتومیکی و فیزیولوژیکی به روش‌های مختلفی متفاوت هستند<sup>(۹)</sup>. آن‌ها در هر دو اندام و اندازه متفاوت هستند. مطالعات آناتومیکی تفاوت‌های قابل توجهی بین استخوان پا هر جنس پیدا کرده‌اند که در تعیین حسیت در مطالعات پزشکی کمک می‌کند<sup>(۱۰،۱۱)</sup>. طسوجیان و همکاران (۲۰۱۶) متغیر جنسیت را یک عامل مهم در نحوه توزیع فشار کاراته‌کارها معرفی کردند<sup>(۱۲)</sup>. این تفاوت بیومکانیکی می‌تواند در ایجاد فشار و نیروهای وارده به کف پا طی راه رفتن موثر باشد. بنابراین توجه به فشار کف پا به عنوان نقش مهم در ارتباط بین بدن با زمین و توزیع نیرو و فشار بین اندام تحتانی و زمین ضرورت می‌بخشد<sup>(۱۳)</sup>. در این راستا اندازه‌گیری فشار کف پای اطلاعات مفیدی در مورد وضعیت پا و ناهنجاری‌ها ارائه می‌دهد، که تشخیص بهتر مشکلات عملکردی را تسهیل می‌بخشد<sup>(۵)</sup>. به طور مثال افزایش فشار کف پا با فشار به ستون فقرات همراست. ناهنجاری پا به نوبه‌خود باعث پینه استخوان کف پای، کاهش ضخامت بافت کف پا و محدودیت حرکات مفاصل می‌شود<sup>(۵)</sup>. به طور کلی اطلاعات فشار کف پا در طی راه رفتن که یکی از بنیادی‌ترین حرکات‌های انسانی است، به طور گسترده در آسیب شناسی استفاده می‌شود<sup>(۱۴)</sup>. با توجه تحقیقات اندک و سبک زندگی متفاوت زنان نسبت به مردان و تفاوت در ساختار آناتومیکی این افراد و اهمیت فشار کف پا بررسی متغیرهای فشار کف پای ضروری به نظر می‌رسد. لذا هدف از پژوهش حاضر مقایسه متغیرهای فشار کف پای در مردان و زنان سالم طی راه رفتن بود.

### روش شناسی

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی بود. جامعه آماری

### تحلیل آماری

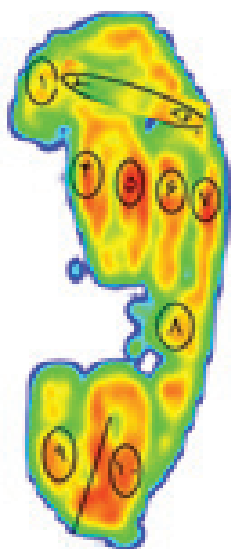
تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از اس.پی.اس.اس نسخه ۱۶ انجام شد. نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شپیرو - ویلک مورد بررسی قرار گرفت. برای مقایسه دو گروه از آزمون t مستقل در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد. علاوه بر این، مقادیر اندازه اثر برای هر متغیر با استفاده از رابطه d کوهن مورد محاسبه قرار گرفت. با استفاده از آمار کوهن اندازه اثر برابر ۰/۲، ۰/۵ و ۰/۸ به ترتیب کوچک، متوسط و بزرگ در نظر گرفته شد<sup>(۱۷)</sup>.

### یافته‌ها

نتایج نشان داد میزان جابجایی مرکز فشار در راستای داخلی - خارجی (P=۱/۸۳ d=۰/۰۰۱) و قدامی - خلفی (P=۱/۸۹ d=۰/۰۰۱) مردان در مقایسه با زنان طی راه رفتن به ترتیب ۵۶/۵۵ و ۱۱/۰۳ درصد بیشتر بوده است (جدول ۱). همچنین نتایج نشان داده است که در هیچ یک از مؤلفه‌های عمودی نیروهای عکس العمل زمین، زمان رسیدن به اوج نیروها و نرخ بارگذاری در مردان در مقایسه با زنان طی راه رفتن معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵) (جدول ۱).

رفتن استخراج شد. فاز اتکای راه رفتن به عنوان تماس پاشنه‌ی پا با زمین تا بلند شدن پنجه پا تعیین شد. میانگین سه کوشش راه رفتن جهت تحلیل‌های آماری بیشتر مورد استفاده قرار گرفت. متغیرهای مورد نظر اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین، زمان رسیدن به این اوج، نرخ بارگذاری، اوج متغیرهای فشار کف‌پایی در نواحی ده‌گانه پا (شکل ۱)، اوج نیروهای وارده بر نواحی ده‌گانه پا و جابجایی مرکز فشار در دو راستای داخلی - خارجی (copyx) و قدامی - خلفی (copy) بود. این نواحی به ترتیب شامل انگشت شست، انگشتان دو تا پنجم، استخوان کف‌پایی اول، استخوان کف‌پایی دوم، استخوان کف‌پایی سوم، استخوان کف‌پایی چهارم، استخوان کف‌پایی پنجم، بخش میانه پا، بخش داخلی پاشنه و بخش خارجی پاشنه بود.

جهت محاسبه‌ی نرخ بارگذاری نیروی عمودی عکس‌العمل زمین شیب خط اتصال دهنده از لحظه‌ی تماس پاشنه تا اوج اولیه منحنی عمودی نیروی عکس‌العمل زمین محاسبه شد<sup>(۱۶)</sup>. جهت هموار نمودن داده‌های نیروی عکس‌العمل زمین از برش فرکانسی ۲۰ هرتز استفاده شد<sup>(۱۶)</sup>. برای نرمال نمودن مقادیر نیروی عمودی عکس‌العمل زمین، این مقادیر بر وزن بدن تقسیم و در عدد صد ضرب شدند<sup>(۱۶)</sup>.



شکل ۱: نواحی ده‌گانه پا طی راه رفتن

جدول ۱: مقادیر نیروی عمودی عکس‌العمل زمین (برحسب درصدی از جرم بدن)، زمان رسیدن به اوج نیروها (میلی ثانیه)، جابجایی مرکز فشار (میلی‌متر) و نرخ‌بارگذاری در مردان در مقایسه با زنان طی راه رفتن

متغیر	مؤلفه	مرد	زن	سطح معنی‌داری	اندازه اثر
مؤلفه‌های عمودی نیروهای عکس‌العمل زمین	FzHC	۱۴۸۷/۵۰ ± ۴۹۲/۸۳	۱۲۷۷/۶۰ ± ۵۶۶/۹۱	۰/۲۸۸	۰/۳۹
	FzMS	۱۰۷۸/۸۰ ± ۳۷۵/۶۰	۹۴۷/۷۹ ± ۴۱۸/۴۴	۰/۳۷۴	۰/۳۲
زمان رسید به اوج نیروها	FzPO	۱۴۰۰/۹۰ ± ۴۶۹/۰۰	۱۲۴۷/۶۰ ± ۵۵۱/۲۲	۰/۴۱۹	۰/۳۰
	FzHC	۲۷۸/۶۳ ± ۸۴/۰۵	۳۱۴/۷۲ ± ۹۷/۱۲	۰/۹۶۱	۰/۳۹
زمان رسیدن به اوج نیروها	FzMS	۵۱۴/۷۲ ± ۱۱۷/۱۳	۵۱۲/۶۹ ± ۱۷۱/۹۰	۰/۳۱۷	۰/۰۱
	FzPO	۷۰۴/۷۲ ± ۱۰۵/۷۶	۷۳۱/۷۲ ± ۱۱۰/۱۱	۰/۲۱۵	۰/۲۵
	داخلی - خارجی	۳۷/۲۶ ± ۷/۹۲	۲۳/۸۰ ± ۶/۷۹	*۰/۰۰۱	۱/۸۳
میزان جابجایی مرکز فشار	قدامی - خلفی	۲۴۹/۵۳ ± ۱۱/۶۸	۲۲۴/۷۳ ± ۱۴/۷۵	*۰/۰۰۱	۱/۸۹
	عمودی	۷/۸۴ ± ۲/۹۹	۶/۹۳ ± ۳/۴۴	۰/۴۴۶	۰/۲۸
نرخ بارگذاری					

\*سطح معنی‌داری  $p < 0.05$ ; FzHC، اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین طی زیرفاز تماس پاشنه؛ FzMS، اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین طی زیرفاز میانه اتکا؛ FzPO، اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین طی زیرفاز هل دادن.

نتایج نشان داد اوج فشار در استخوان کف پای پنجم در مردان در مقایسه با زنان طی راه رفتن ۸۰/۴۱ درصد بیشتر بوده است ( $d=1/16$   $P=0/004$ ) (جدول ۲). در سایر نواحی ده گانه پا میزان اوج فشار کف‌پایی به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری را نشان نداد.

جدول ۲: اوج فشار کف پای (نیوتن بر سانتی متر مربع) در نواحی ده گانه پا در مردان در مقایسه با زنان طی راه رفتن

اندازه اثر	سطح معنی داری	زن	مرد	ناحیه
۰/۳۳	۰/۳۶۳	۱۲/۶۰ ± ۶/۰۴	۱۴/۸۰ ± ۶/۹۶	T1
۰/۱۰	۰/۷۸۷	۵/۰۶ ± ۲/۶۰	۵/۳۳ ± ۲/۷۴	T2-5
۰/۵۷	۰/۱۳۰	۹/۵۳ ± ۴/۵۴	۱۲/۶۰ ± ۶/۱۱	M1
۰/۴۹	۰/۱۸۴	۱۶/۲۰ ± ۸/۵۱	۲۰/۵۳ ± ۸/۹۱	M2
۰/۳۵	۰/۳۳۹	۱۳/۸۰ ± ۷/۳۲	۱۶/۱۳ ± ۵/۷۰	M3
۰/۶۸	۰/۰۷۲	۸/۵۳ ± ۵/۰۸	۱۱/۸۶ ± ۴/۶۸	M4
۱/۱۶	**۰/۰۰۴	۴/۸۰ ± ۲/۶۲	۸/۶۶ ± ۴/۰۲	M5
۰/۵۰	۰/۱۷۶	۴/۲۰ ± ۲/۷۳	۵/۵۳ ± ۲/۵۳	MF
۰/۴۵	۰/۲۲۵	۱۴/۲۶ ± ۶/۶۸	۱۷/۱۳ ± ۵/۹۳	HM
۰/۱۸	۰/۶۲۰	۱۳/۲۰ ± ۶/۲۲	۱۴/۲۶ ± ۵/۴۰	HL

\*سطح معنی داری  $p < 0.05$ 

نتایج نشان داد که اوج نیروها در استخوان کف پای اول ( $d=0.79$   $P=0.043$ )، سوم ( $d=0.74$   $P=0.049$ )، چهارم ( $d=0.12$   $P=0.098$ ) و پنجم ( $d=1.01$   $P=0.011$ ) در مردان در مقایسه با زنان به ترتیب ۴۶/۶۳، ۳۵/۹۸، ۵۸/۵۹ و ۶۸/۸۲ درصد بیشتر بوده است (جدول ۳). همچنین قسمت داخلی پاشنه در مردان در مقایسه با زنان ۳۴/۷۷ بیشتر بوده است ( $P=0.049$ ) (جدول ۳). در سایر نواحی ده گانه پا میزان اوج فشار کف پای به لحاظ آماری اختلاف معنی داری را نشان نداد.

جدول ۳: اوج نیروهای وارده بر نواحی ده‌گانه پا در مردان در مقایسه با زنان طی راه رفتن

اندازه اثر	سطح معنی‌داری	زن	مرد	ناحیه
۰/۵۹	۰/۱۲۱	۱۵۴/۴۷ ± ۸۱/۷۴	۲۱۲/۵۳ ± ۱۱۴/۳۰	T1
۰/۰۳	۰/۹۱۷	۶۸/۳۳ ± ۳۶/۳۰	۶۹/۹۳ ± ۴۶/۲۴	T2-5
۰/۷۹	*۰/۰۴۳	۱۵۸/۷۳ ± ۷۳/۹۲	۲۳۲/۸۰ ± ۱۱۳/۲۵	M1
۰/۵۹	۰/۱۱۵	۱۳۹/۸۰ ± ۷۶/۱۸	۱۸۷/۰۰ ± ۸۲/۸۰	M2
۰/۷۴	*۰/۰۴۹	۱۴۴/۳۳ ± ۷۴/۱۵	۱۹۶/۲۷ ± ۶۴/۶۳	M۳
۰/۹۸	*۰/۰۱۲	۹۳/۴۰ ± ۵۲/۵۴	۱۴۸/۱۳ ± ۵۹/۰۴	M۴
۱/۰۱	*۰/۰۱۱	۴۸/۵۲ ± ۲۸/۱۴	۸۱/۹۳ ± ۳۷/۸۷	M۵
۰/۶۲	۰/۰۹۹	۱۱۴/۷۳ ± ۸۶/۳۹	۱۶۹/۸۷ ± ۹۰/۵۹	MF
۰/۷۴	*۰/۰۴۹	۲۶۶/۸۷ ± ۱۲۳/۳۵	۳۵۹/۶۷ ± ۱۲۴/۶۸	HM
۰/۳۴	۰/۳۵۸	۲۴۲/۶۷ ± ۱۱۶/۹۵	۲۷۹/۸۰ ± ۹۹/۹۵	HL

\*سطح معنی‌داری  $p < 0.05$ 

## بحث

گزارش کردند هنگام راه رفتن، میزان جابجایی عمودی مرکز جرم بدن در زنان کمتر از مردان است<sup>(۱۹)</sup>. که به نوعی نتایج ما همسو می‌باشد. نتایج برخی از پژوهش‌ها نشان داده است که فعالیت عضله درشت نئی قدامی در زنان بیشتر از مردان می‌باشد<sup>(۲۰)</sup>. افزایش فعالیت عضلات دورسی و پلانتر فلکسور مچ پا باعث عملکرد بهتر فرد هنگام تماس پا با زمین می‌شود<sup>(۲۱)</sup>. همچنین افزایش وزن بر روی اندام

هدف از پژوهش حاضر مقایسه متغیرهای فشار کفپایی در مردان و زنان سالم طی راه رفتن بود. نتایج نشان داد میزان جابجایی مرکز فشار در راستای داخلی-خارجی و قدامی-خلفی در مردان در مقایسه با زنان طی راه رفتن بیشتر بوده است. فرجاد پزشکی و صادقی (۲۰۱۶) نوسانات مرکز فشار روش مناسبی برای بررسی کنترل وضعیتی در حین راه رفتن می‌باشد<sup>(۱۸)</sup>. اسمیت و همکاران (۲۰۰۲)

گام بلندتر در مقایسه با زنان باشد. پژوهش حاضر دارای محدودیت‌های بود که از آن جمله می‌توان عدم ثبت هم‌زمان متغیرهای کینماتیکی و فعالیت الکترومایوگرافی عضلات از محدودیت‌های این پژوهش بود. همچنین در پژوهش حاضر سرعت راه رفتن به صورت خود انتخابی بود.

### نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های پژوهش مبنی بر افزایش نوسانات مرکز فشا و افزایش فشار و نیروها در مردان طی راه رفتن و رابطه بین الگوی فشار و نیرو با آسیب دیدگی به نظر می‌رسد مردان در طول راه رفتن بیشتر در معرض آسیب دیدگی قرار دارند.

تحتانی به دلیل وضعیت بی‌ثباتی به صورت مکانیکی ممکن است باعث افزایش نوسانات مرکز فشار شود<sup>(۳۳)</sup>. زنان تیلت قدامی بیشتر و میزان فلکشن و اداکشن و چرخش داخلی بیشتری در مفصل ران نسبت مردان طی راه رفتن دارند. از نظر ساختار آناتومیکی نیز زنان دارای پهنای لگن بزرگتری نسبت به مردان هستند که منجر به اداکشن بیشتر ران می‌شود می‌تواند در برخی از متغیرهای فشار کف پای مؤثر باشد از جمله نوسانات مرکز فشار طی راه رفتن مؤثر باشد<sup>(۳۳)</sup>. به نظر می‌رسد یکی از لایل میزان جابجایی مرکز فشار در زنان در مقایسه از مردان احتمالاً موارد ذکر شده باشد.

همچنین نتایج نشان داد اوج فشار در استخوان کف پای پنجم در مردان در مقایسه با زنان طی راه رفتن بیشتر بوده است. به‌علاوه نتایج نشان داد که اوج نیروها در استخوان کف پای اول، سوم، چهارم، پنجم و قسمت داخلی پاشنه در مردان در مقایسه با زنان بیشتر بوده است. جارمو (۲۰۰۲) نشان داد حداکثر فشارها در نواحی جلوی پا بیشتر از نواحی میانی پا است<sup>(۳۴)</sup>. همچنین طسوجیان و همکاران (۲۰۱۶) نیز بیان کردند طی راه رفتن اوج فشار بیشتر در نواحی انگشتان و قسمت جلوی پا (استخوان‌های کف پای) قرار دارد و این در مردان کاراته کار بیشتر از زنان کاراته کار است<sup>(۳۵)</sup>. که به نوعی با نتایج ما همسو می‌باشد. با توجه به رابطه‌ی بین الگوی فشار و الگوی آسیب دیدگی، فشارهای بالاتر احتمال آسیب دیدگی را در طول راه رفتن و دویدن افزایش می‌دهد<sup>(۳۶)</sup>. به نظر می‌رسد توزیع مناسب فشار و نیروها در کاهش و جلوگیری از آسیب‌های اسکلتی-عضلانی کف پا بسیار مهم می‌باشد<sup>(۳۶)</sup>. مطالعات کینتیکی و کینماتیکی نشان داده است که زنان در مقایسه با مردان از سرعت آرامتر، طول گام کوتاه تر ولی با تواتر گام سریعتری راه می‌روند<sup>(۳۳)</sup>. با توجه به اینکه راه رفتن سریعتر و طول گام بلندتر باعث افزایش نیروهای وارده به کف پا می‌شود<sup>(۳۷)</sup>. به نظر می‌رسد یکی از دلایل افزایش فشار و نیروهای وارده به کف پا مردان می‌تواند راه رفتن سریعتر و طول

## References

1. Hallemans A, De Clercq D, Van Dongen S, Aerts P. Changes in foot-function parameters during the first 5 months after the onset of independent walking: a longitudinal follow-up study. *Gait & posture*. 2006; 23(2):142-8.
2. Vette AH, Funabashi M, Lewicke J, Watkins B, Prowse M, Harding G, et al. Functional, impulse-based quantification of plantar pressure patterns in typical adult gait. *Gait & posture*. 2019;67:122-7.
3. Buldt AK, Forghany S, Landorf KB, Lvinger P, Murley GS, Menz HB. Foot posture is associated with plantar pressure during gait: A comparison of normal, planus and cavus feet. *Gait & posture*. 2018;62:235-40.
4. Bonato P. Wearable sensors/systems and their impact on biomedical engineering. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*. 2003;22(3):18-20.
5. Pauk J, Daunoraviciene K, Ihnatouski M, Griskevicius J, Raso JV. Analysis of the plantar pressure distribution in children with foot deformities. *Acta Bioeng Biomech*. 2010;12(1):29-34.
6. Lord M, Reynolds DP, Hughes JR. Foot pressure measurement: a review of clinical findings. *Journal of biomedical engineering*. 1986; 8(4):283-94.
7. Craxford AD, Minns R, Park C. Plantar pressures and gait parameters: a study of foot shape and limb rotations in children. *Journal of pediatric orthopedics*. 1984;4(4):477-81.
8. Garcia-Rodríguez A, Martín-Jiménez F, Carnero-Varo M, Gómez-Gracia E, Gómez-Aracena J, Fernández-Crehuet J. Flexible flat feet in children: a real problem? *Pediatrics*. 1999;103(6):e84-e.
9. Putti A, Arnold G, Abboud R. Foot pressure differences in men and women. *Foot and ankle surgery*. 2010;16(1): 21-4.
10. Smith S. Attribution of foot bones to sex and population groups. *Journal of Forensic Science*. 1997;42(2):186-95.
11. Steele DG. The estimation of sex on the basis of the talus and calcaneus. *American Journal of Physical Anthropology*. 1976;45(3):581-8.
12. Tasoojian E, Dizaji E, Memar R, Alizade F. The Comparison of Plantar Pressure and Ground Reaction Force in Male and Female Elite Karate practitioners. *Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation*. 2016;5(3):42-54.
13. Arch ES, Colon S, Silbernagel KG, Crenshaw JR. Evaluating the relationship between gait and clinical measures of plantar flexor function. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2018;43:41-7.
14. Joo S-B, Oh SE, Sim T, Kim H, Choi CH, Koo H, et al. Prediction of gait speed from plantar pressure using artificial neural networks. *Expert Systems with Applications*. 2014; 41(16):7398-405.
15. Jafarnejhadgero AA, Shad MM, Majlesi M. Effect of foot orthoses on the medial longitudinal arch in children with flexible flatfoot deformity: A three-dimensional moment analysis. *Gait & posture*. 2017;55:75-80.
16. Farahpour N, Jafarnejhad A, Damavandi M, Bakhtiari A, Allard P. Gait ground reaction force characteristics of low back pain patients with pronated foot and able-bodied individuals with and without foot pronation. *Journal of biomechanics*. 2016;49(9):1705-10.
17. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates. 1988; 2.
18. Farjad Pezeshk A SH. The trajectory of center of pressure during stance phase of gait in healthy males and females using pedar-X system. *jsmt*. 2016; 14(11):1-13.
19. Smith LK, Lelas JL, Kerrigan DC. Gender differences in pelvic motions and center of mass displacement during walking: stereotypes quantified. *Journal of women's health & gender-based medicine*.

- 2002;11(5):453-8.
20. Chiu M-C, Wang M-J. The effect of gait speed and gender on perceived exertion, muscle activity, joint motion of lower extremity, ground reaction force and heart rate during normal walking. *Gait & posture*. 2007;25(3):385-92.
  21. Chang W-N, Kim Y-D, Lee K-B, Joo J-H, Jung S-M. Effect of Facilitating Reciprocal Inhibition of Ankle Flexors on Muscle Activation Pattern in Sit to Stand Movement in Stroke-Case Study. *Age (yrs)*. 2018;15(47.86):16.73.
  22. Marigold DS, Eng JJ. The relationship of asymmetric weight-bearing with postural sway and visual reliance in stroke. *Gait & posture*. 2006;23(2):249-55.
  23. Cho S, Park J, Kwon O. Gender differences in three dimensional gait analysis data from 98 healthy Korean adults. *Clinical biomechanics*. 2004;19(2):145-52
  24. Jarmo P. Foot loading in normal and pathological walking. *Jyväskylä:MS Thesis. University of Jyväskylä*; 2002: 26.
  25. Tasoojian, Dizaji E, Memar R, Alizade F. The Comparison of Plantar Pressure and Ground Reaction Force in Male and Female Elite Karate practitioners. *Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation*; 2016;5(3), 42-54.
  26. Memar R, Noori S. [Comparison of Plantar Pressure Distribution Between the Right and Left Foot and Their Correlation with Height and Weight at Wrestlers (persian)]. *Scientific Journals Management System*. 2016;14(12):45-58.
  27. Sun D, Fekete G, Mei Q, Gu Y. The effect of walking speed on the foot inter-segment kinematics, ground reaction forces and lower limb joint moments. 2018; *PeerJ*, 6, e5517.