

## Original Article

# The effect of eight-week elastic walking exercise on the pattern of plantar pressure distribution in women with chronic low back pain during walking

Farnaz Seifi-Skishahr<sup>1\*</sup>, Elahe Mamashli<sup>2</sup>, Amirali Jafarnejadgero<sup>1</sup>, Mahrokh Dehghani<sup>1</sup>, Mohsen Katanchi<sup>3</sup>, Seyed Majid Alavi-Mehr<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

<sup>2</sup>PhD Student of Sport Physiology, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Education Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

<sup>3</sup>Department of Physical Education, Payame Noor University, Tehran, Iran

\*Corresponding author; E-mail: f.seify@yahoo.com

Received: 14 Mar 2019 Accepted: 14 Jul 2019 First Published online: 24 Feb 2021

Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2021;42(6):713-721

## Abstract

**Background:** Training of elastic walking is a new method for elasticity in gait and correction of the distribution pattern of plantar pressure in patients with low back pain during gait. This study aimed to investigate the distribution pattern of plantar pressure during gait in women with low back pain following 8 weeks-training of elastic walking.

**Methods:** The present study was quasi-experimental. In this research, 20 women with low back pain were divided into control (n=11) and experimental (n=9) groups. Subjects from the experimental group performed elastic gait training for 3 sessions per week for 8 weeks while the control group didn't have any exercise program. The plantar pressure variables included the peak of vertical ground reaction forces, the time to peak of ground reaction forces, loading rate, the peak of plantar pressure on the ten foot regions, the peak of ground reaction forces on the ten foot regions, and displacement of the pressure center in two internal-external (*copx*) and anterior-posterior (*copy*) lines. The distribution pattern of plantar pressure during gait was recorded by a foot scan system (Sampling rate 300 Hz) in pre-training and post-training. Two-way ANOVA was used to analyze the data. The significance level was set at  $P < 0.05$ .

**Results:** In the experimental group, the results of this study demonstrated lower peak vertical reaction force ( $F_{ZMS}$  component) during post-test compared with pre-test ( $P = 0.002$ ). Moreover, findings showed that the main effect of group on peak pressure in the mid-foot region was significant ( $P = 0.011$ ). The results showed no significant difference concerning the main effect of group, the main effect of time and effect, interaction time and group on peak vertical reaction force, displacement of pressure center, vertical loading rate, and walking stance time ( $P > 0.05$ ).

**Conclusion:** The findings of this study showed that training of elastic walking does not have a significant effect on stance time. Also, training of elastic walking in the experimental group reduced the peak vertical ground reaction force ( $F_{ZMS}$  component) during the post-test compared with the pre-test that can correct the walking pattern and improve the chronic low back pain.

**Keywords:** The Distribution Pattern of Plantar Pressure, Elastic Walking, Thoracolumbar Fascia, Low Back Pain.

**How to cite this article:** Seifi-Skishahr F, Mamashli E, Jafarnejadgero AA, Dehghani M, Katanchi M, Alavi-Mehr S.M. [The Effect of Eight-Week Elastic Walking Exercise on the Pattern of Plantar Pressure Distribution in Women with Chronic Low Back Pain during Walking]. Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2021;42(6):713-721. Persian.

## مقاله پژوهشی

# تاثیر هشت هفته تمرین راه رفتن الاستیکی بر الگوی توزیع فشار کف پایي در زنان مبتلا به کمردرد مزمن طی راه رفتن

فرناز سیفی اسگ شهر<sup>۱\*</sup>، الهه ممشلی<sup>۲</sup>، امیرعلی جعفرنژادگرو<sup>۱</sup>، ماهرخ دهقانی<sup>۱</sup>، محسن کتانچی<sup>۳</sup>، سید مجید علوی مهر<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران  
<sup>۲</sup> دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران  
<sup>۳</sup> گروه تربیت بدنی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران  
\* نویسنده مسؤول: ایمیل: f.seify@yahoo.com

دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۲۳ پذیرش: ۱۳۹۸/۴/۲۳ انتشار برخط: ۱۳۹۹/۱۲/۶  
مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تبریز. ۷۲۱-۷۱۴:(۶)۴۲:۱۳۹۹

## چکیده

**زمینه:** تمرین راه رفتن الاستیکی یک روش جدید برای بهبود الاستیسیته راه رفتن و تغییر الگوی توزیع فشار کف پایي است. هدف از این پژوهش بررسی تغییرات الگوی توزیع فشار کف پایي حین راه رفتن در زنان مبتلا به کمردرد متعاقب هشت هفته راه رفتن الاستیکی بود.

**روش کار:** مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی است. نمونه شامل ۲۰ زن دارای عارضه کمردرد بود. آزمودنی‌ها به دو گروه کنترل (تعداد: ۱۱) و تجربی (تعداد: ۹) تقسیم شدند. آزمودنی‌های گروه تجربی به مدت هشت هفته تمرین راه رفتن الاستیکی را سه بار در هفته انجام دادند و گروه کنترل هیچ‌گونه تمرینی را انجام ندادند. متغیرهای فشار کف پایي شامل اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین، زمان رسیدن به این اوج، نرخ بارگذاری، اوج متغیرهای فشار کف پایي در نواحی ده‌گانه پا، اوج نیروهای وارده بر نواحی ده‌گانه پا و جابجایی مرکز فشار در دو راستای داخلی-خارجی (cplx) و قدامی-خلفی (copy) بود. مقادیر فشار کف پایي طی پیش‌آزمون و پس‌آزمون توسط دستگاه فوت اسکن (نرخ نمونه برداری ۳۰۰ هرتز) ثبت شد. از آزمون آماری آنالیز واریانس دو سویه جهت تحلیل آماری داده‌ها استفاده شد. سطح معناداری برابر  $P < 0.05$  بود.

**یافته‌ها:** نتایج پژوهش حاضر نشان داد که طی پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون در گروه تجربی اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین (مولفه  $Fz_{MS}$ ) کوچکتر است ( $P = 0.002$ ). علاوه بر این، یافته‌ها نشان داد که اثر عامل گروه بر متغیر اوج فشار کف پایي ناحیه میانه پا معنادار است ( $P = 0.011$ ). نتایج هیچ اختلاف معنی‌داری را در ارتباط با اثر عامل گروه، زمان و اثر تعاملی گروه و زمان بر اوج نیروی عمودی، زمان رسیدن به اوج، جابجایی مرکز فشار، نرخ بارگذاری عمودی و زمان اتکای راه رفتن نشان نداد ( $P > 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات راه رفتن الاستیکی روی مدت زمان اتکا اثر معنی‌داری ندارد. همچنین تمرینات الاستیکی راه رفتن در گروه تجربی، میزان اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین (مولفه  $Fz_{MS}$ ) طی پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون را کاهش داد که می‌تواند الگوی راه رفتن را اصلاح و از مزمن شدن کمردرد جلوگیری کند.

**کلید واژه‌ها:** الگوی توزیع فشار کف پایي، راه رفتن الاستیکی، فاشیای پشتی-کمری، کمردرد

**نحوه استناد به این مقاله:** سیفی اسگ شهر ف، ممشلی ا، جعفرنژادگرو ا، دهقانی م، کتانچی م، علوی مهر س م. تاثیر هشت هفته تمرین راه رفتن الاستیکی بر الگوی توزیع فشار کف پایي در زنان مبتلا به کمردرد مزمن طی راه رفتن. مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تبریز. ۷۲۱-۷۱۴:(۶)۴۲:۱۳۹۹

حق تالیف برای مولف محفوظ است.

این مقاله با دسترسی آزاد توسط دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تبریز تحت مجوز کریئو کامنز (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>) منتشر گردیده که طبق مفاد آن هرگونه استفاده تنها در صورتی مجاز است که به اثر اصلی به نحو مقتضی استناد و ارجاع داده شده باشد.

## مقدمه

و اطلاعات مفیدی را در ارتباط با ساختار و عملکرد مکانیکی پا در اختیار پژوهشگران قرار می‌دهد، اندازه‌گیری توزیع فشار کف پای (مقدار نیرو و فشار وارد شده به پا از طرف زمین) است (۱۲، ۱۳). کمردرد را می‌توان از جمله بیماری‌هایی دانست که عملکرد مکانیکی راه رفتن مانند جذب نیروی عکس‌العمل زمین را مختل می‌کند (۲، ۱۴). در پژوهشی روی الگوی فشار کف پای افراد دارای کمردرد طی راه رفتن، مسیر فشار کف پا در این افراد نسبت به افراد سالم متفاوت است و علت این تفاوت وجود مکانیسم‌های جبرانی برای جلوگیری از درد است (۱۵). همچنین بنابر بررسی پژوهشگران، مکانیسم بالا و پایین رفتن مرکز جرم بدن برای حفظ هزینه انرژی طی راه رفتن در افراد دارای کمردرد بسیار مهم و کارا است (۱۶). فاشیا پشتی-کمری شبیه به یک فنر الاستیکی عمل کرده و با داشتن توانایی ذخیره‌سازی و رهاسازی انرژی کینتیکی در چگونگی این مکانیسم اثرگذار است (۱۶). این فاشیا که در ناحیه کمر قرار گرفته است، به عنوان تاندون عضله پشتی بزرگ عمل کرده و به طور مستقیم به اندام‌های فوقانی و تحتانی وصل بوده (۱۶) و منجر به ایجاد الاستیسیته حین راه رفتن (توانایی ذخیره‌سازی انرژی مکانیکی و رهاسازی آن) می‌شود (۱۷) و در حرکات نوسانی راه رفتن انسان نقش مهمی دارد (۱۸). یکی از روش‌های درمانی جدید برای بهبود وضعیت افراد دارای کمردرد با توجه به مدل‌های مکانیکی، اجرای تمرینات مناسب روی فاشیای پشتی-کمری است (۱۶). در چند تحقیق در مردان دارای کمردرد، تأثیر راه رفتن الاستیکی بر الگوی دویدن بررسی شده است (۱۹). اما بررسی تأثیرات احتمالی راه رفتن الاستیکی بر الگوی راه رفتن زنان مبتلا به کمردرد تاکنون صورت نگرفته و بنابراین هدف تحقیق حاضر بررسی تأثیر تمرینات راه رفتن الاستیکی بر متغیرهای فشار کف پای زنان مبتلا به کمردرد است.

## روش کار

## آزمودنی‌ها

مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی است. این مطالعه در دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. نمونه پژوهش شامل ۲۰ زن مبتلا به کمردرد مزمن با سابقه بیش از یک سال است که به طور تصادفی به دو گروه تجربی (تعداد: ۹) و کنترل (تعداد: ۱۱) تقسیم شدند. این افراد از یک کلینیک فیزیوتراپی انتخاب و توسط پزشک متخصص معرفی شدند. با نرم‌افزار  $G*Power$  حجم نمونه حداقلی ۹ نفر برآورد شد تا اندازه اثر ۰/۹۵ در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ حاصل شود (۲۰). معیارهای ورود به تحقیق شامل داشتن درد در ناحیه کمر و غیر ورزشکار بودن آزمودنی‌ها بود. آزمودنی‌ها فرم رضایت نامه را تکمیل و امضا کردند. معیارهای خروج از پژوهش شامل سابقه عمل جراحی در ناحیه کمر و اندام

راه رفتن را می‌توان جزو اصلی‌ترین فعالیت‌های هماهنگ و کارآمد انسان برای جابجایی دانست که در صورت وجود بیماری، متغیرهایی همچون هماهنگی، سرعت، دقت و تطبیق‌پذیری را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱). یکی از این بیماری‌ها کمردرد است. شایع‌ترین عارضه عضلانی اسکلتی، کمردرد یا درد ستون فقرات است (۲). بسیاری از افراد عادی - که در حدود ۵۰ تا ۸۰ درصد هستند - در طول زندگی خود کمردرد را تجربه می‌کنند و در حدود ۸۰ درصد از مشکلات ستون فقرات مربوط به ناحیه کمر است (۳). عواملی مانند ضربه، عفونت، تومور، ضعف عضلات کمر، سایدگی مفاصل کمر، بیماری‌های روماتیسمی و ضایعات مکانیکی مثل کشیدگی لیگامنت‌ها، تنگی کانال نخاعی و سندرم مفاصل خاجی-خاصره‌ای ممکن است موجب درد در ناحیه کمر شوند (۴). در حقیقت عواملی که باعث ایجاد درد در ناحیه کمر می‌شوند بسیار متنوع بوده و تعیین این عوامل جهت درمان کمردرد می‌تواند مفید باشد (۵). از شایع‌ترین دلایل ایجاد درد در ناحیه کمر می‌توان به آسیب‌های مکانیکی که ناشی از استفاده بیش از حد یک ساختار طبیعی، تغییر شکل یک ساختار آناتومیکی یا آسیب‌های ایجاد شده در بافت نرم اشاره کرد (۶، ۷). با بررسی پژوهش‌های گذشته در ارتباط با تغییر در راستای پا و ایجاد درد در اندام، نشان داده شد که طی راه رفتن عارضه کمردرد با بیومکانیک (کینماتیک، کینتیک و الکترومایوگرافی) غیرطبیعی اندام تحتانی مرتبط است. الگوی راه رفتن افراد دارای کمردرد طی پژوهشی بررسی و نشان داده شد که این افراد فعالیت عضله راست کننده ستون مهره‌ای بالایی نسبت به افراد سالم دارند و همچنین، پایین بودن چرخش معکوس بین لگن، کمر و ستون فقرات سینه‌ای، سرعت راه رفتن، چرخش لگن و فلکشن زانو در تماس اولیه پاشنه طی این پژوهش گزارش شد (۸). دامور و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که با افزایش سرعت راه رفتن، افراد دارای کمردرد برخلاف افراد سالم به جای افزایش طول گام، ریتم گام‌برداری (تعداد گام‌ها) خود را افزایش دادند (۹). همچنین، طی تحقیقی که تأثیر یک دوره تمرینات پیلاتس روی افراد دارای کمردرد بررسی شد، سرعت راه رفتن در افراد دارای کمردرد نسبت به افراد سالم کندتر است (۱۰). علاوه بر این، با بررسی‌های انجام شده روی مرکز فشار و مرکز جرم در بیماران مبتلا به کمردرد، این افراد جابجایی (Center of Pressure, COP) کمتر و جابجایی (Center of Mass, COM) بیشتری نسبت به افراد سالم دارند. این مورد نشان دهنده عدم کفایت سامانه کنترل وضعیتی (مطلوب نبودن تعادل در حالت ایستا و پویا) و تأمین ثبات وضعیتی در افراد دارای کمردرد است که می‌توان با تحلیل و اندازه‌گیری متغیرهای فشار کف پای بدست آورد (۱۱). یکی از روش‌های بررسی فعالیت راه رفتن که مکانیک عملکردی پا را تجزیه و تحلیل می‌کند

بلند، تحمل وزن بر مرکز پاشنه در پای عقب و تحمل وزن بر مفصل انگشت شست پای عقب، جلوگیری از افتادن لگن، تنفس الاستیکی حین راه رفتن، شل کردن عضلات کمر (تا اجازه افتادن دنبالچه به پایین را بدهد)، تیلت بخش فوقانی بدنی به جلو و نوسان شدید اندام‌های فوقانی به عقب تاکید شد (۱۶). برای فهم دقیق‌تر این نوع راه رفتن به منبع (۱۶) مراجعه شود. آزمودنی‌های گروه کنترل هیچ برنامه تمرینی نداشتند. نحوه کنترل عدم تمرین این گروه از طریق تماس تلفنی، مشاهده و پرسش از آزمودنی‌ها بود. در نهایت پس از پایان هشت هفته دوره تمرین راه رفتن الاستیکی، متغیرهای وابسته در دو گروه با روش‌های ذکر شده برای ارزیابی پایانی دوباره اندازه‌گیری شدند.

#### تحلیل آماری

جهت بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیروویلیک و از آزمون آماری آنالیز واریانس دو سویه جهت تحلیل آماری داده‌ها استفاده و مقادیر اندازه اثر نیز تعیین شد. تمام تحلیل‌ها در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ و با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد.

#### یافته‌ها

آزمون شاپیروویلیک نشان داد همه متغیرها توزیع طبیعی دارند ( $P > 0.05$ ) (جدول ۱). همچنین توان آماری این پژوهش ۰/۸۱۳ بود.

نتایج هیچ اختلاف معنی‌داری را در مقادیر زمان اتکا بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون در دو گروه تجربی (پیش‌آزمون:  $750.74 \pm 82.26$ ، پس‌آزمون:  $711.71 \pm 58.89$ ) و کنترل (پیش-آزمون:  $727.22 \pm 96.57$ ، پس‌آزمون:  $738.78 \pm 10.26$ ) نشان نداد ( $p > 0.05$ ).

FZHC نیروی عمودی عکس‌العمل زمین طی فاز تماس پاشنه؛ FZMS نیروی عمودی عکس‌العمل زمین طی فاز میانه‌استقرار؛ FZPO اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین طی فاز هل دادن مقایسه یافته‌ها نشان داد که در اغلب متغیرها (۲۷ متغیر از ۲۹ متغیر) طی پیش‌آزمون بین دو گروه کنترل و تجربی اختلاف معنی‌داری به لحاظ آماری وجود ندارد ( $p > 0.05$ ) (جدول ۲). یافته‌ها هیچ اثر معناداری را در ارتباط با اثر عامل گروه، زمان و اثر تعاملی گروه و زمان بر اوج نیروی عمودی، زمان رسیدن به اوج، جابجایی مرکز فشار، نرخ بارگذاری عمودی و زمان اتکای راه رفتن نشان نداد ( $p > 0.05$ ) (جدول ۴).

یافته‌ها هیچ اثر معناداری را در ارتباط با اثر عامل گروه، زمان و اثر تعاملی گروه و زمان بر اوج نیرو و اوج فشار مناطق ده گانه پا نشان نداد. همچنین اثر عامل گروه بر متغیر اوج فشار کف‌پایی ناحیه میانه پا معنادار است ( $P > 0.05$ ) (جدول ۴).

تحتانی، ناهنجاری‌های ستون فقرات، پوکی استخوان و شکستگی یا اختلال در ناحیه گردن بود. پس از انتخاب این افراد، توضیحات کامل (کتبی و شفاهی) در مورد موضوع پژوهش، مراحل و نحوه انجام آن، نتایج حاصل از پژوهش، هدف از پژوهش و شرایط شرکت در آزمون ارایه شد. طرح پژوهش حاضر در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی اردبیل با کد IR.ARUMS.REC.1397.032 به ثبت رسید.

کد IRCT20190417043304N1: IRCT

ابزارها و مواد اندازه‌گیری

برای ثبت متغیرهای فشار کف‌پایی از دستگاه فوت اسکن (RSScan International, Belgium, 0.5m × 0.5 × 0.02m, ) (4363 sensors) ساخت کشور فنلاند با نرخ نمونه برداری ۳۰۰ هرتز استفاده شده است. کوشش راه رفتن صحیح شامل برخورد کامل پا روی بخش میانی دستگاه فوت اسکن بود. آزمودنی به طور آزمایشی سه مرتبه کوشش راه رفتن را انجام می‌داد تا با نحوه آزمایش آشنا شود. اگر فوت اسکن توسط آزمودنی جهت تنظیم گام مورد هدف قرار می‌گرفت یا تعادل آزمودنی بهم می‌خورد، کوشش راه رفتن تکرار می‌شد (۲۱). از بیمار خواسته شد که سه بار به طور صحیح در هر شرایط روی سیستم فوت اسکن راه رود (۲۱). ارزیابی بیماران از ساعت ۱۰ تا ۱۱ صبح انجام می‌شد. مدت زمان استراحت بین هر کوشش راه رفتن ۱ دقیقه بود (۲۱). داده‌های فشار کف‌پایی در طی فاز اتکای راه رفتن استخراج شد. فاز اتکای راه رفتن به عنوان تماس پاشنه‌ی پا با زمین تا بلند شدن پنجه پا تعیین شد. متغیرهای فشار کف‌پایی شامل اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین، زمان رسیدن به این اوج، نرخ بارگذاری، اوج متغیرهای فشار کف‌پایی در نواحی ده گانه پا، اوج نیروهای وارده بر نواحی ده گانه پا و جابجایی مرکز فشار در دو راستای داخلی-خارجی (cpx) و قدامی-خلفی (copy) بود. این نواحی به ترتیب شامل انگشت شست، انگشتان دوم 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 محاسبه نرخ بارگذاری، نیروی عمودی عکس‌العمل زمین شیب خط اتصال‌دهنده از لحظه تماس پاشنه تا اوج اولیه منحنی عمودی نیروی عکس‌العمل زمین ارزیابی شد (۱۴).

پروتکل تمرینات راه رفتن الاستیکی

پس از انتخاب آزمودنی‌ها برنامه مشخصی برای هر دو گروه ارایه شد. آزمودنی‌های گروه تجربی به مدت هشت هفته تمرین راه رفتن الاستیکی را هر جلسه به مدت چهل و پنج دقیقه و سه بار در هفته انجام دادند. در برنامه تمرینی راه رفتن الاستیکی به راه رفتن با اندام تحتانی کشیده و بدون خم کردن زانوها، داشتن قدم‌های

جدول ۱: ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها (M±SD)

ویژگی	گروه	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	BMI
میانگین و انحراف استاندارد	تجربی	۴۲/۳۸±۱۱/۰۴	۱۵۸/۱۱±۴/۷۰	۷۲/۱۱±۱۲/۵۶	۲۲/۵۰±۴/۲۲
	کنترل	۳۶/۴۵±۱۰/۶۰	۱۵۸/۷۸±۴/۲۳	۶۹/۳۱±۱۳/۰۱	۱۶۰/۷۷±۵/۳۳

جدول ۲: مقایسه نیرو و فشار کف پای نواحی ده‌گانه و متغیرهای فشار کف پای کف پا در دو گروه طی پیش‌آزمون

متغیر	ناحیه	کنترل	تجربی	سطح معنی‌داری
اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین	FZ <sub>HC</sub>	۱۰۰۶/۸۵ ± ۱۷۴/۱۱	۱۰۶۹/۵۸ ± ۱۳۳/۷۸	۰/۳۸۷
	FZ <sub>MS</sub>	۷۸۲/۵۴ ± ۱۵۴/۸۷	۸۳۰/۴۱ ± ۱۴۲/۵۹	۰/۴۸۱
	FZ <sub>PO</sub>	۹۲۸/۴۷ ± ۱۵۲/۹۱	۹۸۶/۶۴ ± ۱۰۶/۲۲	۰/۳۳۰
زمان رسیدن به اوج نیروها	FZ <sub>HC</sub>	۲۳۳/۸۳ ± ۲۹/۹۱	۲۲۸/۲۷ ± ۳۶/۶۳	۰/۷۶۴
	FZ <sub>MS</sub>	۴۱۹/۸۹ ± ۵۸/۲۶	۴۲۶/۲۹ ± ۷۲/۲۷	۰/۸۲۶
	FZ <sub>PO</sub>	۵۵۵/۶۴ ± ۴۹/۴۳	۵۶۲/۸۳ ± ۷۰/۳۳	۰/۷۹۹
مرکز فشار	داخلی خارجی	۳۰/۲۱ ± ۶/۲۱	۳۲/۱۶ ± ۸/۷۶	۰/۵۶۸
	قدامی خلفی	۲۲۸/۷۲ ± ۱۰/۳۶	۲۲۵/۵۵ ± ۱۳/۶۹	۰/۵۶۲
نرخ بارگذاری	عمودی	۴/۵۵ ± ۰/۹۶	۴/۷۶ ± ۰/۷۴	۰/۶۰۴
	انگشت شست	۱۷۹/۸۵ ± ۴۷/۲۹	۱۸۵/۲۴ ± ۷۱/۳۳	۰/۸۴۱
اوج نیرو	انگشت دوم تا پنجم	۷۵/۴۵ ± ۳۲/۵۷	۶۴/۳۸ ± ۴۲/۴۳	۰/۵۱۸
	کف پای اول	۲۰۴/۸۱ ± ۵۷/۹۷	۱۹۲/۳۵ ± ۲۶/۳۸	۰/۵۳۴
	کف پای دوم	۱۶۷/۴۷ ± ۶۲/۷۰	۱۸۹/۲۹ ± ۲۸/۶۶	۰/۳۲۰
	کف پای سوم	۱۸۵/۶۷ ± ۴۸/۵۳	۲۱۰/۳۷ ± ۳۶/۹۵	۰/۲۲۵
	کف پای چهارم	۱۳۳/۹۱ ± ۲۶/۹۳	۱۵۰/۶۹ ± ۲۷/۷۲	۰/۱۸۸
	کف پای پنجم	۵۸/۹۵ ± ۲۷/۰۷	۷۲/۰۴ ± ۳۶/۰۲	۰/۳۶۵
	میانه پا	۱۲۶/۱۹ ± ۷۸/۲۵	۲۱۷/۷۸ ± ۸۱/۹۵	۰/۰۲۰*
	بخش داخلی پاشنه	۳۵۷/۵۲ ± ۸۶/۰۲	۳۳۷/۸۸ ± ۵۲/۸۷	۰/۵۵۸
	بخش خارجی پاشنه	۲۸۷/۴۱ ± ۴۷/۲۷	۲۵۷/۸۱ ± ۴۱/۶۳	۰/۱۵۹
	اوج فشار	انگشت شست	۱۴/۸۹ ± ۴/۱۴	۱۵/۸۴ ± ۵/۴۰
انگشت دوم تا پنجم		۵/۹۳ ± ۱/۸۸	۵/۷۵ ± ۲/۳۶	۰/۸۵۴
کف پای اول		۱۲/۸۹ ± ۳/۳۰	۱۱/۸۹ ± ۲/۴۱	۰/۴۱۶
کف پای دوم		۱۸/۹۹ ± ۶/۴۴	۱۹/۸۴ ± ۱/۸۰	۰/۶۸۳
کف پای سوم		۱۸/۱۵ ± ۵/۶۵	۱۹/۷۸ ± ۲/۷۲	۰/۴۱۱
کف پای چهارم		۱۲/۹۱ ± ۳/۱۹	۱۴/۵۵ ± ۲/۸۳	۰/۲۴۰
کف پای پنجم		۶/۸۵ ± ۲/۳۰	۸/۱۷ ± ۲/۵۵	۰/۲۴۲
میانه پا		۵/۸۱ ± ۱/۳۶	۸/۱۷ ± ۱/۷۵	۰/۰۰۳*
بخش داخلی پاشنه		۱۹/۲۵ ± ۴/۱۹	۱۸/۸۹ ± ۳/۶۶	۰/۸۴۳
بخش خارجی پاشنه		۱۷/۱۸ ± ۲/۹۵	۱۶/۰۲ ± ۲/۹۴	۰/۳۹۳

\* سطح معناداری P<۰/۰۵

جدول ۳: اثرات عملی گروه و فرکانس زدن و گروه بر اوج نیروی عمودی، زمان رسیدن به اوج نیروها، مرکز فشار، نرخ بارگذاری عمودی و زمان تکلیف راه رفتن گروه کنترل

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	تفاوت	توجه
اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین	FZ <sub>HC</sub>	۱۰۰۶/۸۵±۱۷۴/۱۱	۱۰۶۹/۵۸±۱۳۳/۷۸	۰/۳۸۷	
	FZ <sub>MS</sub>	۷۸۲/۵۴±۱۵۴/۸۷	۸۳۰/۴۱±۱۴۲/۵۹	۰/۴۸۱	
	FZ <sub>PO</sub>	۹۲۸/۴۷±۱۵۲/۹۱	۹۸۶/۶۴±۱۰۶/۲۲	۰/۳۳۰	
زمان رسیدن به اوج نیروها	FZ <sub>HC</sub>	۲۳۳/۸۳±۲۹/۹۱	۲۲۸/۲۷±۳۶/۶۳	۰/۷۶۴	
	FZ <sub>MS</sub>	۴۱۹/۸۹±۵۸/۲۶	۴۲۶/۲۹±۷۲/۲۷	۰/۸۲۶	
	FZ <sub>PO</sub>	۵۵۵/۶۴±۴۹/۴۳	۵۶۲/۸۳±۷۰/۳۳	۰/۷۹۹	
مرکز فشار	داخلی خارجی	۳۰/۲۱±۶/۲۱	۳۲/۱۶±۸/۷۶	۰/۵۶۸	
	قدامی خلفی	۲۲۸/۷۲±۱۰/۳۶	۲۲۵/۵۵±۱۳/۶۹	۰/۵۶۲	
نرخ بارگذاری	عمودی	۴/۵۵±۰/۹۶	۴/۷۶±۰/۷۴	۰/۶۰۴	
	انگشت شست	۱۷۹/۸۵±۴۷/۲۹	۱۸۵/۲۴±۷۱/۳۳	۰/۸۴۱	
اوج نیرو	انگشت دوم تا پنجم	۷۵/۴۵±۳۲/۵۷	۶۴/۳۸±۴۲/۴۳	۰/۵۱۸	
	کف پای اول	۲۰۴/۸۱±۵۷/۹۷	۱۹۲/۳۵±۲۶/۳۸	۰/۵۳۴	
	کف پای دوم	۱۶۷/۴۷±۶۲/۷۰	۱۸۹/۲۹±۲۸/۶۶	۰/۳۲۰	
	کف پای سوم	۱۸۵/۶۷±۴۸/۵۳	۲۱۰/۳۷±۳۶/۹۵	۰/۲۲۵	
	کف پای چهارم	۱۳۳/۹۱±۲۶/۹۳	۱۵۰/۶۹±۲۷/۷۲	۰/۱۸۸	
	کف پای پنجم	۵۸/۹۵±۲۷/۰۷	۷۲/۰۴±۳۶/۰۲	۰/۳۶۵	
	میانه پا	۱۲۶/۱۹±۷۸/۲۵	۲۱۷/۷۸±۸۱/۹۵	۰/۰۲۰*	
	بخش داخلی پاشنه	۳۵۷/۵۲±۸۶/۰۲	۳۳۷/۸۸±۵۲/۸۷	۰/۵۵۸	
	بخش خارجی پاشنه	۲۸۷/۴۱±۴۷/۲۷	۲۵۷/۸۱±۴۱/۶۳	۰/۱۵۹	
	اوج فشار	انگشت شست	۱۴/۸۹±۴/۱۴	۱۵/۸۴±۵/۴۰	۰/۶۲۸
انگشت دوم تا پنجم		۵/۹۳±۱/۸۸	۵/۷۵±۲/۳۶	۰/۸۵۴	
کف پای اول		۱۲/۸۹±۳/۳۰	۱۱/۸۹±۲/۴۱	۰/۴۱۶	
کف پای دوم		۱۸/۹۹±۶/۴۴	۱۹/۸۴±۱/۸۰	۰/۶۸۳	
کف پای سوم		۱۸/۱۵±۵/۶۵	۱۹/۷۸±۲/۷۲	۰/۴۱۱	
کف پای چهارم		۱۲/۹۱±۳/۱۹	۱۴/۵۵±۲/۸۳	۰/۲۴۰	
کف پای پنجم		۶/۸۵±۲/۳۰	۸/۱۷±۲/۵۵	۰/۲۴۲	
میانه پا		۵/۸۱±۱/۳۶	۸/۱۷±۱/۷۵	۰/۰۰۳*	
بخش داخلی پاشنه		۱۹/۲۵±۴/۱۹	۱۸/۸۹±۳/۶۶	۰/۸۴۳	
بخش خارجی پاشنه		۱۷/۱۸±۲/۹۵	۱۶/۰۲±۲/۹۴	۰/۳۹۳	

\* سطح معناداری P<۰/۰۵

جدول ۴: اثر عامل زمان، عامل گروه و اثر تعاملی زمان و گروه بر اوج نیرو و اوج فشار مناطق ده گانه پا

متغیر	ناحیه	گروه کنترل			گروه تجربی			سطح معنی داری (اندازه اثر)	
		پیش آزمون	پس آزمون	درصد تغییر	پیش آزمون	پس آزمون	درصد تغییر	اثر عامل زمان	اثر عامل گروه
اوج نیرو	انگشت شست	۱۷۹/۸۵±۴۷/۲۹	۱۷۴/۰۲±۵۹/۸۰	-۳/۲۴	۱۸۵/۲۴±۷۱/۲۳	۲۰۵/۳۶±۶۳/۳۲	۱۰/۸۶	(۰/۰۲۸) / ۰/۴۸۴	(۰/۱۱۱) / ۰/۱۵۲
	انگشت دوم تا پنجم	۷۵/۴۵±۳۲/۵۷	۷۰/۲۳±۲۶/۳۸	-۶/۹۱	۶۴/۳۸±۴۲/۴۳	۶۸/۵۳±۴۲/۰۴	۶/۴۴	(۰/۰۰۹) / ۰/۶۸۸	(۰/۰۷۷) / ۰/۲۳۶
	کف پای اول	۲۰۴/۸۱±۵۷/۹۷	۱۹۹/۳۴±۴۶/۶۵	-۲/۸۱	۱۹۲/۳۵±۲۶/۳۸	۱۹۱/۵۰±۴۲/۵۹	-۰/۴۴	(۰/۰۱۶) / ۰/۵۹۰	(۰/۰۰۴) / ۰/۸۰۱
	کف پای دوم	۱۶۷/۴۷±۶۲/۷۰	۱۶۹/۵۷±۶۸/۵۰	۱/۳۵	۱۸۹/۲۹±۲۸/۶۶	۱۶۸/۳۱±۴۸/۵۹	-۱۱/۰۸	(۰/۰۱۰) / ۰/۶۷۸	(۰/۱۷۸) / ۰/۰۶۴
	کف پای سوم	۱۸۵/۶۷±۴۸/۵۳	۱۶۹/۵۹±۵۳/۲۰	-۸/۶۶	۲۱۰/۳۷±۳۶/۹۵	۲۱۱/۱۱±۴۴/۲۵	۰/۳۵	(۰/۰۶۴) / ۰/۲۸۱	(۰/۰۷۶) / ۰/۲۳۸
اوج فشار	کف پای چهارم	۱۳۳/۹۱±۲۶/۹۳	۱۱۸/۹۴±۲۸/۸۸	-۱۱/۱۷	۱۵۰/۶۹±۳۷/۷۲	۱۴۳/۰۰±۲۹/۴۸	-۵/۱۰	(۰/۱۵۹) / ۰/۸۲	(۰/۰۱۹) / ۰/۵۶۳
	کف پای پنجم	۵۸/۹۵±۲۷/۰۷	۵۹/۵۵±۱۸/۵۴	۱/۰۱	۷۲/۰۴±۳۶/۰۲	۶۲/۲۴±۲۹/۰۴	-۱۳/۶۰	(۰/۰۲۵) / ۰/۵۰۶	(۰/۰۶۶) / ۰/۲۷۵
	میانه پا	۱۲۶/۱۹±۸۲/۲۵	۱۴۳/۵۴±۱۱۳/۸۴	۱۳/۸۴	۲۱۷/۸۸±۲۱/۹۵	۲۰۹/۸۸±۲۸/۷۲	-۳/۶۲	(۰/۰۱۰) / ۰/۶۸۱	(۰/۰۶۵) / ۰/۲۷۹
	بخش داخلی پاشنه	۳۵۷/۵۲±۸۶/۰۲	۳۴۹/۸۹±۸۷/۴۲	-۲/۱۳	۳۳۷/۸۸±۵۲/۸۷	۳۶۲/۲۱±۵۱/۱۹	۷/۲۰	(۰/۰۲۵) / ۰/۵۰۸	(۰/۰۸۵) / ۰/۲۱۲
	بخش خارجی پاشنه	۲۸۷/۴۱±۴۷/۲۷	۲۸۳/۰۲±۴۷/۹۱	-۱/۵۲	۲۵۷/۸۱±۴۱/۶۳	۲۸۴/۵۹±۶۲/۰۶	۱۰/۳۸	(۰/۰۸۶) / ۰/۲۰۹	(۰/۱۵۴) / ۰/۰۸۷
اوج فشار	انگشت شست	۱۴/۸۹±۴/۱۴	۱۴/۳۴±۴/۹۲	-۳/۷۱	۱۵/۸۴±۵/۴۰	۱۶/۸۴±۵/۵۸	۵/۹۳	(۰/۰۴۲) / ۰/۳۸۸	(۰/۰۶۳) / ۰/۲۸۶
	انگشت دوم تا پنجم	۵/۹۳±۱/۸۸	۵/۹۱±۱/۵۹	-۰/۳۳	۵/۸۹±۲/۳۶	۵/۹۲±۲/۵۸	۲/۹۵	(۰/۰۰۴) / ۰/۹۲۵	(۰/۰۰۵) / ۰/۲۵۶
	کف پای اول	۱۱/۳۷±۲/۸۲	۱۲/۸۹±۳/۳۰*	۱۱/۸۹	۱۱/۸۹±۲/۴۱	۱۱/۵۵±۲/۴۴	-۲/۰۳	(۰/۱۴۹) / ۰/۹۳	(۰/۰۸۶) / ۰/۲۱۰
	کف پای دوم	۱۸/۹۹±۶/۴۴	۱۸/۵۸±۵/۹۴	-۲/۱۵	۱۹/۸۴±۱/۸۰	۱۸/۹۳±۴/۱۷	-۴/۵۸	(۰/۰۵۵) / ۰/۳۲۱	(۰/۰۰۸) / ۰/۷۰۴
	کف پای سوم	۱۸/۱۵±۵/۶۵	۱۷/۲۸±۵/۱۵	-۴/۷۹	۱۹/۸۸±۲/۷۲	۱۹/۴۸±۴/۲۱	-۱/۵۱	(۰/۰۴۵) / ۰/۳۷۱	(۰/۰۱۱) / ۰/۶۶۴
سطح معناداری P<۰/۰۵	کف پای چهارم	۱۲/۹۱±۳/۱۹	۱۲/۴۱±۳/۳۱	-۳/۸۷	۱۴/۵۵±۲/۷۳	۱۳/۲۸±۲/۸۸	-۸/۰۴	(۰/۱۱۴) / ۰/۱۴۹	(۰/۰۲۰) / ۰/۵۵۱
	کف پای پنجم	۶/۸۵±۲/۳۰	۷/۳۲±۱/۹۸	۶/۸۶	۸/۱۷±۲/۵۵	۷/۵۵±۲/۴۷	-۲/۳۴	(۰/۰۰۳) / ۰/۸۲۱	(۰/۱۵۷) / ۰/۰۸۳
	میانه پا	۵/۸۱±۱/۳۶	۶/۱۳±۱/۸۶	۵/۵۰	۸/۱۷±۱/۷۵	۷/۸۵±۱/۶۴	-۳/۹۱	(۰/۰۰۰) / ۰/۹۸۷	(۰/۱۰۵) / ۰/۱۶۳
	بخش داخلی پاشنه	۱۹/۲۵±۴/۱۹	۱۸/۸۵±۴/۱۵	-۲/۵۹	۱۸/۸۹±۳/۶۶	۱۹/۸۰±۲/۹۴	۵/۱۳	(۰/۰۰۸) / ۰/۷۱۵	(۰/۰۷۰) / ۰/۲۶۱
	بخش خارجی پاشنه	۱۷/۱۸±۲/۹۵	۱۷/۲۱±۲/۹۶	۱/۷۴	۱۶/۰۲±۲/۹۴	۱۷/۲۵±۳/۰۷	۷/۶۷	(۰/۰۹۲) / ۰/۱۹۳	(۰/۰۸۴) / ۰/۲۱۵

\* سطح معناداری P<۰/۰۵

## بحث

پرونیشن عملکردی پا راه می‌روند (۲۷). پرونیشن اضافی پا خط پیشروی راه رفتن و دویدن را به سمت داخل بدن می‌کشاند که بار وارده به سمت داخلی پا را افزایش و فشار وارده به سمت خارج پا را کاهش می‌دهد و فشار کف پای را از سمت خارج به سمت داخل پا منتقل می‌کند (۲۷).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که طی پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون در گروه تجربی میزان اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین (مولفه FzMS) کوچکتر است. بنابراین تمرینات الاستیک راه رفتن می‌توانند سبب این کاهش شده باشند. مکانیسم این اثرگذاری احتمالاً به این ترتیب است که این تمرینات روی فاشیای ناحیه کمری لگنی تمرکز دارند که تعداد زیادی از تارهای کلاژنی دارد و به عنوان تاندون عضله سوئز بزرگ عمل می‌کند (۱۶، ۱۷). بنابراین خاصیت الاستیکی و عملکردی بالایی دارد و اتصالات قوی را بین پای اتکا و تنه ایجاد می‌کند (۱۷). بهبود عملکرد این فاشیا در نتیجه تمرینات الاستیک راه رفتن می‌تواند علت احتمالی کاهش اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین (مولفه FzMS) باشد.

مطالعه حاضر نشان داد که اثر عامل زمان بر متغیر اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین (مولفه FzMS) و اثر عامل گروه بر متغیر اوج فشار کف پای ناحیه میانه پا معنی دار است. مطالعات گذشته نشان دادند که افراد مبتلا به کمردرد در هنگام راه رفتن جابجایی قدامی-سحلی مرکز فشار کمتری نسبت به افراد سالم دارند که می‌تواند به علت وجود مکانیسم‌های جبرانی برای کاهش درد باشد (۱۵). همچنین، لین و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که مرکز

میزان نیروهای وارده بر پا از طرف زمین طبق روابط دینامیک معکوس یکی از مهمترین عوامل تعیین‌کننده میزان نیروهای وارده بر مفاصل بالاتر بدن از جمله ناحیه کمری است (۲۲). به همین دلیل کاهش این نیروها در کاهش نیروی وارده بر کمر و در نهایت کاهش درد کمر موثر است. هدف از پژوهش حاضر، ارزیابی متغیرهای فشار کف پای در افراد دارای کمردرد طی راه رفتن است. نتایج هیچ اختلاف معنی‌داری را در مقادیر زمان اتکا بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون در دو گروه کنترل و تجربی نشان نداد. تغییر در الگوی راه رفتن و دویدن موجب تغییر در نحوه توزیع فشار کف پای می‌شود. مطالعات پیشین نشان دادند که توزیع فشار کف پای و الگوی راه رفتن بین دو گروه سالم و کمردرد تفاوت معنی‌داری دارد (۱۵، ۲۳، ۲۴). همچنین، نشان داده شد که تفاوت معنی‌داری در توزیع وزن بین دو گروه مبتلا به کمردرد و سالم در حین ایستادن وجود ندارد (۱۵). طبق یافته‌های مطالعات پیشین، برای تفسیر تغییر توزیع فشار کف پای در افراد مبتلا به کمردرد، عملکرد اندام و تری‌گلژی، دوک عضلانی و گیرنده‌های موجود در مفاصل در افراد مبتلا به کمردرد تغییر می‌کند و در نتیجه اطلاعات نادرستی جهت حفظ پایداری تنه فراهم می‌آورند (۲۵). عدم تعادل تنه موجب اختلال عملکرد مکانیکی می‌شود و در الگوی راه رفتن و دویدن بروز می‌یابد (۲۶). تغییر در الگوی راه رفتن و دویدن موجب تغییر در نحوه توزیع فشار کف پای می‌شود. منز و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که افراد مبتلا به کمردرد با



از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به عدم ثبت هم‌زمان متغیرهای کینماتیکی و فعالیت الکترومایوگرافی عضلات و تعداد کم آزمودنی‌ها اشاره کرد.

### قدردانی

این مطالعه در قالب طرح تحقیقاتی مصوب و با حمایت معاونت پژوهشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. نویسندگان از حمایت دانشگاه محقق اردبیلی، بیماران شرکت‌کننده در این پژوهش، هیئت پزشکی ورزشی استان اردبیل و تمام افرادی که ما را در انجام و افزایش کیفی این پژوهش یاری کردند، تشکر می‌کنند.

### ملاحظات اخلاقی

پروتکل این مطالعه در کمیته دانشگاهی / منطقه‌ای اخلاق در پژوهش‌های زیست پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل استان اردبیل به شماره مرجع IR.ARUMS.REC.1397.032 تایید شده است. (در صورت داشتن و در غیر این صورت نوشته شود ملاحظات اخلاقی شامل نمی‌شود)

### منابع مالی

از این طرح تحقیقاتی با شماره گرنت ۶۱۸ مورخ ۹۷/۰۳/۲۰ از طرف دانشگاه محقق اردبیلی حمایت مالی شده است.

### منافع متقابل

اینجانب ف س اظهار می‌کنم که منافع متقابلی از تالیف و یا انتشار این مقاله ندارم.

### مشارکت مؤلفان

ف س اش. و م ک. طراحی، ام. و م د. اجرا و اع. ج. و س م ع م. تحلیل نتایج مطالعه را عهده داشتند، همچنین ف س اش. مقاله را تالیف نموده و همه همکاران نسخه نهایی آن را خوانده و تایید کردند.

فشار در افراد دارای کمردرد در هنگامی که ایستاده هستند به سمت پاشنه متمایل می‌شود که علت این عمل را کاهش فشار و رفع خستگی عضلات اکستنسوری تنه بیان کردند (۲۸). همچنین، در هنگام راه رفتن و دویدن چرخش داخلی استخوان‌های تیبیا و ران و همچنین تیلت قدامی لگن در بیماران دارای کمردرد بالا است (۲۷) که برای جبران این وضعیت ممکن است تنه را به سمت خلف جابجا و بردار وزن بدن را به عقب منتقل کنند (۲۹). کاهش تعادل در بیماران دارای کمردرد موجب می‌شود که این افراد در هنگام راه رفتن قدم‌های خود را کوتاه بردارند که علت آن ضعف در گیرنده‌های پروپریوسپتو بیان شده است (۳۰). همچنین، نتایج نشان داد که طی پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون در گروه کنترل میزان اوج فشار وارده بر بخش کف پای اول بزرگتر بود که می‌توان گفت این تغییر احتمالاً به دلیل تشدید بیماری بعد از ۶ هفته است. با توجه به مطالعات پیشین مبنی بر اثر تمرینات راه رفتن الاستیکی روی متغیرهای فشار کف پای مردان دارای کمردرد که موجب کاهش اوج فشار وارده بر بخش‌های کف پای چهارم و پنجم شده است، می‌توان گفت که جنسیت عاملی بر وجود این تفاوت است (۱۶). ترکیب فاشیای ناحیه کمری و عضله سوئز بزرگ مانند یک فنر جهت راست کردن ران عمل می‌کند و ثبت فعالیت الکترومایوگرافی از این فرضیه حمایت می‌کند (۱۷).

### نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات راه رفتن الاستیکی روی مدت زمان اتکا اثر معنی‌داری ندارد. همچنین تمرینات الاستیکی راه رفتن در گروه تجربی میزان اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین (مولفه FzMS)، طی پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون کاهش داد. بنابراین به نظر می‌رسد تمرینات راه رفتن الاستیکی به دلیل بهبود الگوی توزیع فشار کف پای در زنان مبتلا به کمردرد می‌تواند باعث اصلاح الگوی راه رفتن آن‌ها و پیشگیری از مزمن شدن عارضه کمردرد آن‌ها شود. بنابراین به نظر می‌رسد کاربرد این تمرینات در بهبود وضعیت بیماران کمردردی مفید باشد و در برنامه تمرینی آنها باید گنجانده شود.

### References

1. Burnfield M. Gait analysis: normal and pathological function. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2010;9(2):353.
2. Maher C, Underwood M, Buchbinder R. Non-specific low back pain. *Lancet*. 2017 Feb 18;389(10070):736-747. doi: 10.1016/S0140-6736(16)30970-9. Epub 2016 Oct 11. PMID: 27745712.
3. Hoy D, March L, Brooks P, Blyth F, Woolf A, Bain C, Williams G, Smith E, Vos T, Barendregt J, Murray C, Burstein R, Buchbinder R. The global burden of low back pain: estimates from the Global Burden of Disease 2010 study. *Ann Rheum Dis*. 2014 Jun;73(6):968-74. doi: 10.1136/annrheumdis-2013-204428. Epub 2014 Mar 24. PMID: 24665116.
4. Itz CJ, Geurts JW, van Kleef M, Nelemans P. Clinical course of non-specific low back pain: a systematic review of prospective cohort studies set in primary care. *Eur J Pain*.

- 2013 Jan;17(1):5-15. doi: 10.1002/j.1532-2149.2012.00170.x. Epub 2012 May 28. PMID: 22641374.
5. Balagué F, Mannion AF, Pellisé F, Cedraschi C. Non-specific low back pain. *Lancet*. 2012 Feb 4;379(9814):482-91. doi: 10.1016/S0140-6736(11)60610-7. Epub 2011 Oct 6. PMID: 21982256.
  6. Hartvigsen J, Hancock MJ, Kongsted A, Louw Q, Ferreira ML, Genevay S, et al. Lancet Low Back Pain Series Working Group. What low back pain is and why we need to pay attention. *Lancet*. 2018 Jun 9;391(10137):2356-2367. doi: 10.1016/S0140-6736(18)30480-X. Epub 2018 Mar 21. PMID: 29573870.
  7. Mohseni-Bandpei MA, Fakhri M, Ahmad-Shirvani M, Bagheri-Nessami M, Khalilian AR, Shayesteh-Azar M, et al. Low back pain in 1,100 Iranian pregnant women: prevalence and risk factors. *Spine J*. 2009 Oct;9(10):795-801. doi: 10.1016/j.spinee.2009.05.012. Epub 2009 Jul 1. PMID: 19574106.
  8. Müller R, Ertelt T, Blickhan R. Low back pain affects trunk as well as lower limb movements during walking and running. *J Biomech*. 2015 Apr 13;48(6):1009-14. doi: 10.1016/j.jbiomech.2015.01.042. Epub 2015 Feb 7. PMID: 25700607.
  9. Damore DT, Metzl JD, Ramundo M, Pan S, Van Amerongen R. Patterns in childhood sports injury. *Pediatr Emerg Care*. 2003 Apr;19(2):65-7. doi: 10.1097/00006565-200304000-00001. PMID: 12698027.
  10. da Fonseca JL, Magini M, de Freitas TH. Laboratory gait analysis in patients with low back pain before and after a pilates intervention. *J Sport Rehabil*. 2009 May;18(2):269-82. doi: 10.1123/jsr.18.2.269. PMID: 19561369.
  11. Riley PO, Benda BJ, Gill-Body KM, Krebs DE. Phase plane analysis of stability in quiet standing. *J Rehabil Res Dev*. 1995 Oct;32(3):227-35. PMID: 8592294.
  12. Leitch KM, Birmingham TB, Jones IC, Giffin JR, Jenkyn TR. In-shoe plantar pressure measurements for patients with knee osteoarthritis: Reliability and effects of lateral heel wedges. *Gait Posture*. 2011 Jul;34(3):391-6. doi: 10.1016/j.gaitpost.2011.06.008. Epub 2011 Jul 7. PMID: 21741243.
  13. Hawk C, Pfefer MT, Strunk R, Ramcharan M, Uhl N. Feasibility study of short-term effects of chiropractic manipulation on older adults with impaired balance. *J Chiropr Med*. 2007 Dec;6(4):121-31. doi: 10.1016/j.jcme.2007.08.002. PMID: 19674706; PMCID: PMC2647095.
  14. 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. *J Biomech*. 2016 Jun 14;49(9):1705-10. doi: 10.1016/j.jbiomech.2016.03.056. Epub 2016 Apr 5. PMID: 27086117.
  15. Lee JH, Fell DW, Kim K. Plantar pressure distribution during walking: comparison of subjects with and without chronic low back pain. *Journal of Physical Therapy Science* 2011;23(6):923-6. doi: 10.1589/jpts.23.923
  16. Huffer D, Hing W, Newton R, Clair M. Strength training for plantar fasciitis and the intrinsic foot musculature: A systematic review. *Phys Ther Sport*. 2017 Mar;24:44-52. doi: 10.1016/j.ptsp.2016.08.008. Epub 2016 Aug 18. PMID: 27692740.
  17. Zorn A, Hodeck K. Walk with elastic fascia. *Dynamic body*. 2011:96-123.
  18. Maganaris CN, Paul JP. Tensile properties of the in vivo human gastrocnemius tendon. *J Biomech*. 2002 Dec; 35(12):1639-46. doi: 10.1016/s0021-9290(02)00240-3. PMID: 12445617.
  19. Seifi-Skishahr F, Alavi Mehr S M, Jafarnejhadgero A, Katanchi M. Effect of elastic gait training on Foot pressure variables in subjects with low back pain during running. *JAP*. 2018;9(2):47-59.
  20. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G\*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods*. 2007 May;39(2):175-91. doi: 10.3758/bf03193146. PMID: 17695343.
  21. Jafarnejhadgero AA, Oliveira AS, Mousavi SH, Madadi-Shad M. Combining valgus knee brace and lateral foot wedges reduces external forces and moments in osteoarthritis patients. *Gait Posture*. 2018 Jan;59:104-10. doi: 10.1016/j.gaitpost.2017.09.040. Epub 2017 Oct 5. PMID: 29028621.
  22. David A Winter, Aftab E Patla, James S Frank, Sharon E Walt, Biomechanical Walking Pattern Changes in the Fit and Healthy Elderly *Physical Therapy*. 1990;70(6):340-7. doi: 10.1093/ptj/70.6.340
  23. FAYEZ ES. Foot Pressure Asymmetry in Patients with Mechanical Low Back Pain. *Med J Cairo Univ*. 2012;80(2).
  24. Yoon J. The relation study of weight distribution and strength of Lower extremity with and without Low back pain in middle-aged woman. *Exercise science: Official Journal of the Korea Exercise Science Academy* 2008;17:309-16. doi: 10.15857/ksep.2008.17.3.309
  25. Meints SM, Mawla I, Napadow V, Kong J, Gerber J, Chan ST, Wasan AD, Kaptchuk TJ, McDonnell C, Carriere J, Rosen B, Gollub RL, Edwards RR. The relationship between catastrophizing and altered pain sensitivity in patients with chronic low-back pain. *Pain*. 2019 Apr;160(4):833-43. doi: 10.1097/j.pain.0000000000001461. PMID: 30531308; PMCID: PMC6424610.
  26. Wu KW, Wang TM, Hu CC, Hong SW, Lee PA, Lu TW. Postural adjustments in adolescent idiopathic thoracic scoliosis during walking. *Gait Posture*. 2019 Feb;68:423-9. doi: 10.1016/j.gaitpost.2018.12.024. Epub 2018 Dec 18. PMID: 30594870.
  27. Menz HB, Dufour AB, Riskowski JL, Hillstrom HJ, Hannan MT. Foot posture, foot function and low back pain:



- the Framingham Foot Study. *Rheumatology* 2013;52(12): 2275-82. doi: 10.1093/rheumatology/ket298
28. Lin J, Halaki M, Rajan P, Leaver A. Relationship between Proprioception and Pain and Disability in People with Non-Specific Low Back Pain-A Systematic Review with Meta-Analysis. *Spine* 2019. doi: 10.1097/brs.0000000000002917
29. MacRae CS, Critchley D, Lewis JS, Shortland A. Comparison of standing postural control and gait parameters in people with and without chronic low back pain: a cross-sectional case-control study. *BMJ open sport & exercise medicine* 2018;4(1):e000286. doi: 10.1136/bmjsem-2017-000286
30. Mishra P, Ayyapan J, Kumar V. Reliability and Sensitivity of Shuttle Walk Test in Chronic Mechanical Low Back Pain Patients. *Quadriceps Femoris Strength Training: effect of Neuromuscular Electrical Stimulation Vs Isometric Exercise in Osteoarthritis of Knee* 2015;9(3):67.