



## The Effect of Six Weeks of Trampoline Training on Plantar Pressure During Walking in Elderly Diabetics

Amir Hossein Rafiei<sup>1\*</sup>, Gholamali Ghasemi<sup>2</sup>

1- Master of Science, Sport Injuries and Corrective Movements, Member of the Iranian Sport Injuries Association, Isfahan. Iran.

2- Associate Professor, Department of Sport Injuries and Corrective Movements, Faculty of Sports Sciences, University of Isfahan, Iran.

**Corresponding author:** Amir Hossein Rafiei, Master of Science, Sport Injuries and Corrective Movements, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Khorasgan University, Isfahan. Iran.

**Email:** [sadra.rafiee@yahoo.com](mailto:sadra.rafiee@yahoo.com)

Received: 2022/04/23

Accepted: 2022/08/1

### Abstract

**Introduction:** Investigating plantar pressure variables today gives a correct understanding of possible injuries to the soles of the feet. The present study was the effect of six weeks of trampoline exercises on the plantar pressure and quality of life of people with diabetic neuropathy.

**Methods:** The current research is semi-experimental and applied in which pre-test and post-test with control group were used. 30 neuropathic patients were selected in a purposeful and available manner, and then they were randomly divided into two experimental and control groups (n=15). The experimental group performed 3 sessions of 60 minutes trampoline exercises for six weeks. Before and after the exercise period, the variables of maximum plantar pressure of the patients were evaluated by foot scan machine.

**Results:** The inferential analysis of the data was done using the statistical test of covariance ( $P=0.05$ ). The research results showed that trampoline exercises had an effect on the maximum pressure of the soles of the feet while walking ( $P=0.01$ ).

**Conclusions:** According to the findings of the research, six weeks of trampoline exercises have a positive effect on the maximum plantar pressure of patients with diabetic neuropathy, and these exercises can be used in the physical rehabilitation process of diabetic patients.

**Keywords:** Trampoline training, Plantar pressure, Walking, elderly diabetics.



## تأثیر شش هفته تمرینات ترامپولین بر فشار کف پایي حین راه رفتن در افراد دیابتی سالمند

امیرحسین رفیعی<sup>۱\*</sup>، غلامعلی قاسمی<sup>۲</sup>

۱- کارشناسی ارشد، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، اصفهان، ایران.  
۲- دانشیار گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، اصفهان، ایران.

نویسنده مسئول: امیرحسین رفیعی، کارشناسی ارشد، آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، اصفهان، ایران.  
ایمیل: [sadra.rafiiei@yahoo.com](mailto:sadra.rafiiei@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۵/۱۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۳

### چکیده

**مقدمه:** بررسی متغیرهای فشار کف پایي امروزه درک درستی از آسیب های احتمالی وارده به کف پا می دهد تحقیق حاضر تأثیر شش هفته تمرینات ترامپولین بر فشار کف پایي و کیفیت زندگی افراد مبتلا به نوروپاتی دیابتی بود.

**روش کار:** پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی و کاربردی است که در آن از پیش آزمون و پس آزمون با گروه کنترل استفاده شده است. ۳۰ بیمار نوروپاتی به صورت هدفمند و در دسترس انتخاب شدند و سپس به صورت تصادفی در دو گروه تجربی (۱۵ نفر) و شاهد (۱۵ نفر) قرار گرفتند. گروه تجربی به مدت شش هفته و هر هفته ۳ جلسه ۶۰ دقیقه ای تمرینات ترامپولین را انجام دادند. قبل و بعد از دوره ی تمرینی متغیرهای حداکثر فشار کف پایي بیماران توسط دستگاه فوت اسکن ارزیابی گردید.

**یافته ها:** تحلیل استنباطی داده ها با استفاده از آزمون آماری کوواریانس انجام گردید ( $p=0/05$ ) نتایج پژوهش نشان داد که تمرینات ترامپولین بر حداکثر فشار کف پایي حین راه رفتن ( $p=0/01$ ) تأثیر داشت.

**نتیجه گیری:** با توجه به یافته های پژوهش مبنی بر شش هفته تمرینات ترامپولین بر حداکثر فشار کف پایي بیماران مبتلا به نوروپاتی دیابتی تأثیر مثبت داشته و این تمرینات می تواند در فرایند توان بخشی جسمانی بیماران دیابتی مورد استفاده قرار گیرد.

**کلیدواژه ها:** تمرینات ترامپولین، فشار کف پایي، راه رفتن، افراد دیابتی سالمند.

### مقدمه

دیابتی بالای ۶۰ سال شواهدی دال بر نوروپاتی وجود دارد (۵). مشخصه ی نوروپاتی های دیابتی، تخریب پیشرونده ی ایفای عصبی است که عملکرد عصب را از محیط به سمت مناطق بالاتر مختل می کند. نوروپاتی های دیابتی ناهمگن بوده، قسمت های مختلفی از سیستم عصبی را تحت تأثیر قرار می دهند. روش های مختلفی برای بهبود علائم بالینی بیماران مبتلا به نوروپاتی دیابتی پیشنهاد شده است. یکی از این روش ها، تمرین درمانی است. مطالعات متعدد نشان داده اند که ورزش هایی مانند پیلاتس، تمرین با توپ فیزیوبال، آب درمانی و تائی چی تأثیر مثبتی بر بهبود درد و افزایش قدرت عضلات اندام تحتانی این بیماران دارند (۶). اخیراً در اروپا و آمریکا تمرینات بر روی سطوح ناپایدار انجام

دیابت شامل گروهی از اختلال های مربوط به هیپرگلیسمی است که به دلیل نقص در ترشح و یا عمل انسولین ایجاد می شود (۱). شیوع این بیماری در همه ی گروه های سنی در سرتاسر دنیا در سال ۲۰۰۰، معادل ۲/۸ درصد (۱۷۱ میلیون نفر تخمین زده شده است که گمان می شود تا سال ۲۰۳۰ به ۴/۴٪ یعنی ۳۶۶ میلیون نفر برسد (۲). در این میان، مهم ترین مسأله ی شیوع قابل ملاحظه و فزاینده ی این بیماری در سالمندان بالای ۶۰ سال است. (۳) در طول دوره بیماری، دیابت منجر به ناتوانی های مختلف و عوارض مزمن مادام العمری می شود که نوروپاتی دیابتی شایع ترین عارضه علامت دار آن در طولانی مدت است (۴). تقریباً در ۵۰٪ بیماران

است (۱۲). با استفاده از این دستگاه، با توجه به تحرک و فعالیت انجام شده، اندورفین و سرتونین ترشح شده در بدن منجر به نشاط و شادابی و در نتیجه کاهش علائم افسردگی می شود. تقویت سیستم سیستم لنفاوی بدن مسئولیت جمع آوری و دفع سموم بدن را بر عهده دارد. این سیستم فاقد عضله می باشد و برای فعالیت بهتر نیازمند تحرک بدن و تعریق است (مثلا مانند قلب نیست تا حتی بدون تحرک بدن به فعالیت خود ادامه دهد). ترامپولین وسیله ایست که با مصرف انرژی و آسیب کمتر، تحرک بیشتر را به بدن اعمال می کند و با تحرک کلیه اجزای بدن این گردش مایعات لنفاوی را در بدن بسیار تسهیل می کند (۱۳). پا باید نیروهای برشی، پیچشی و فشاری را در هنگام راه رفتن و یا ایستادن به خوبی توزیع پخش کند، عدم توزیع مناسب این نیروها منجر به ناکارآمدی مکانیکی شده و باعث ایجاد رنجش طولانی مدت و تولید زخم کف پا در بیماران دیابتی می شود و نیز دچار ناکارآمدی مکانیکی پا هستند و توانایی توزیع فشار در کف پا به صورت طبیعی را ندارند (۱۴).

مغز مجبور به عملکرد دو طرفه در هنگام پرش شده و هر دو طرف مغز برای حفظ هماهنگی و تعادل بدن با هم کار می کنند در نتیجه، مهارت‌های حرکتی فرد افزایش می یابد (۱۵). ضرورت به کارگیری تمرینات ترامپولین با توجه به یافته های مطالعاتی دانشمندان داخلی و خارجی بر کسی پوشیده نیست. اما آنچه ضرورت این تحقیق محسوب می شود، تفاوت های تحقیق حاضر با دیگر تحقیقات در زمینه تمرینات ترامپولین است. ابتدا آن که نمونه مورد مطالعه از افراد دیابتی سالمند که نورپاتی این افراد قبلا توسط پزشک به اثبات رسیده بود تشکیل شده است. مدت زمان پرداخت به ورزش در بین نمونه فوق حداقل چندین ماه بوده و زمان طولانی به عنوان ملاک ورودی جامعه آماری در نظر گرفته نشده است. با توجه به اهمیت توزیع متغیرهای فشار کف پای طی راه رفتن و شاخص درد در توانبخشی آسیب های مختلف، هدف از تحقیق حاضر تاثیر شش هفته تمرینات ترامپولین بر توزیع فشار کف در افراد دیابتی سالمند طی راه رفتن می باشد.

## روش کار

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی و کاربردی می باشد. که تلاش شده با به کار بردن متغیر مستقل (تمرینات

می شود که سبب بهبود تعادل و قدرت عضلات پاسچرال می شود. یکی از این سطوح مینی ترامپولین می باشد، که به بهبود هماهنگی و تحرک حس عمقی کمک می کند (۷).

تمرینات مینی ترامپولین شامل مجموعه ای از تمریناتی مانند تعادل، قدرت، آمادگی جسمانی، ثبات بدن، هماهنگی عضلات، حرکات گسترده مفصل و جهت یابی فضایی می باشد. این تمرینات معمولا با پریدن فرد همراه نمی باشد، بلکه نوسانات وضعیتی را به همراه دارد که منجر به حفظ تعادل بدن و ایجاد انقباض و ریلکس شدن عضلات مختلف بدن می شود، که این نیز برای سیستم اسکلتی-عضلانی سودمند است. جنبه مثبت دیگر مینی ترامپولین کنترل پاسچر بدن است که نیاز است حین تمرینات حفظ شود (۸).

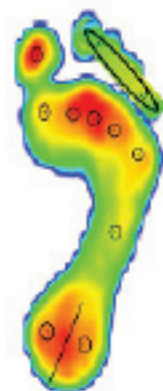
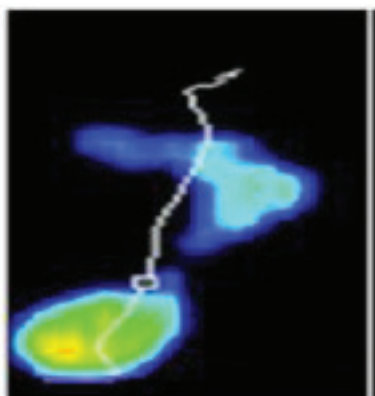
در بین روش های آنالیز راه رفتن، اندازه گیری توزیع فشار کف پای یکی از روش های متداول و جدید است که عملکرد پا را در شرایط استاتیکی و دینامیکی به صورت کمی بررسی می کند (۹). توزیع فشار کف پای به عنوان یک روش بازتوانی بیوفیدبک برای کنترل پوسچر راه رفتن افراد سکنه کرده و قطع عضو می باشد. همچنین اندازه گیری فشار کف پای اطلاعات مفیدی در رابطه با ساختار و عملکرد پا و مکانیک عمومی راه رفتن و دویدن برای محققین فراهم می کند و ابزاری مفید برای ارزیابی افراد دارای مشکلات اندام تحتانی می باشد. از میان پارامترهای فشار کف پای، اغلب حداکثر فشار کف پای استفاده می شود که حداکثر بار وارده بر نواحی مختلف پا را طی فاز اتکا راه رفتن نشان می دهد (۱۰). مطالعات مربوط به توزیع فشار کف پای برای تشخیص مشکلات پا، آنالیز عملکرد و بهبود کنترل تعادل ورزشی، پیشگیری از آسیب استفاده می شود (۱۱). هر گونه تغییر در الگوی فشار کف پای احتمال آسیب بافت ها و ایجاد درد را افزایش می دهد. به طور کلی تجزیه و تحلیل فشار کف پای دیدگاه جدیدی در رفتارشناسی درد و شکایت از ناراحتی های اندام تحتانی دارد. به طور مثال برای پیدا کردن بیومکانیک پای غیرطبیعی، راستایی غیرنرمال ایجاد کرده است. از آنجایی که توزیع غیرطبیعی فشار پا، با افزایش هزینه های درمانی و گسترش آسیب های درد در ارتباط است، امروزه مورد توجه بسیاری از محققین در قابلیت های هماهنگی حرکتی، سهم عملکردهای اصلاحی و جبرانی قرار گرفته

گام برداشتن انتخاب شد که ملاک انتخاب، صحیح نشان دادن اطلاعات گرفته شده از طریق دستگاه ثبت فشار کف پای بود و همچنین ثبت کامل نقشه کف پا توسط دستگاه بود. داده های فشار کف پای در طی فاز اتکای راه رفتن استخراج شد. فاز اتکای راه رفتن به عنوان تماس پاشنه ای پا با زمین تا بلند شدن پنجه پا تعیین شد که می تواند اوج نیروی عمودی عکس العمل زمین، زمان رسیدن به این اوج، نرخ بارگذاری، متغیرهای فشار کف پای در نواحی ده گانه پا، نیروهای وارده بر این نواحی و جابه جایی مرکز فشار در دو راستای داخلی-خارجی و قدامی-خلفی بود. این نواحی به ترتیب شامل انگشت شست (T1) انگشتان دوم تا پنجم- (T2) (T5) بود. متغیرهای فشار کف پای در نواحی ده گانه پا، نیروهای وارده بر نواحی ده گانه پا و جابه جایی مرکز فشار در دو راستای (داخلی-خارجی Cop x) (و قدامی-خلفی Copy) بود. جهت محاسبه بارگذاری نیروی عمودی عکس العمل زمین شیب خط اتصال دهنده از لحظه ی تماس پاشنه تا اوج اولیه منحنی عمودی نیروی عکس العمل زمین محاسبه شد.

جهت خلاصه سازی و مرتب نمودن داده ها از آمار توصیفی در قالب آماره هایی چون میانگین و انحراف استاندارد و برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده ها و یکسانی واریانس ها از آزمون های شاپیرو- ویلک و لوین استفاده شد. با توجه به طبیعی بودن داده ها از روش پارامتریک تی تست جهت تجزیه و تحلیل داده ها به کار رفت. این پژوهش به صورت پیش آزمون و پس آزمون و با شرکت گروه کنترل و گروه تجربی برگزار گردید. کلیه عملیات آماری بوسیله نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام گردید و سطح معنی داری در کلیه تحلیل ها  $P < 0.05$  در نظر گرفته شد.

ترامپولین) پیامدها و تغییراتی که در متغیرهای وابسته (فشار کف پای، تعادل و کیفیت زندگی) دارد را در بیماران نوروپاتی دیابتی مشاهده و مورد تجزیه و تحلیل قرار دهد. این پژوهش در پاییز ۱۴۰۰ در آکادمی ورزشی تدرستی و حرکات اصلاحی اصفهان انجام شد. در این مطالعه ۳۰ نفر به صورت در دسترس انتخاب شدند (با مشخصات دموگرافیک که در جدول ۱ آمده است) که دارای بیماری نوروپاتی دیابتی بودند. یک جراح ارتوپد همه آزمودنی ها را قبل از انتخاب و ورود به پژوهش مورد معاینه و بررسی قرار داد. معیارهای ورود به پژوهش شامل: وجود قطعی سندروم نوروپاتی محیطی دیابتی، نبود زخم پا و عدم سابقه شکستگی و دررفتگی بود. و معیارهای خروج از پژوهش نیز شامل شرکت نامنظم در جلسات و عدم تکمیل آزمون ها در پیش آزمون و پس آزمون بود. اختلاف معناداری بین دو گروه در سن، قد، جرم و شاخص توده بدن وجود نداشت ( $P > 0.05$ ). تمام آزمودنی ها با رضایت کامل در این پژوهش شرکت نمودند. طرح پژوهش حاضر در کمیته اخلاق دانشکده تربیت بدنی دانشگاه آزاد اصفهان با کد IR.IAU.KHUISF.REC.1400.054 به ثبت رسید.

برای ثبت متغیرهای فشار کف پای از دستگاه فوت اسکن RS Scan International, Belgium, 0.5m×0.5×0.02m ساخت کشور فنلاند با نرخ نمونه برداری ۳۰۰ هرتز استفاده شده است. راه رفتن صحیح شامل برخورد کامل پا بر روی بخش میانی دستگاه فوت اسکن بود. آزمودنی ها سه مرتبه راه رفتن را انجام دادند تا با نحوه آزمایش آشنا شوند. مدت زمان استراحت بین هر راه رفتن برابر ۱ دقیقه بود و بهترین و طبیعی ترین گام برداری از بین این سه تکرار انتخاب شد و به عنوان ملاک صحیح



شکل ۱: موقعیت نواحی دهگانه پا (سمت راست) و جابه جایی مرکز فشار (سمت چپ)

### پروتکل تمرینی

هفته دوم یا فاز دوم تمرینات مدت زمان هر جلسه برای تمرینات اصلی ۳۵ دقیقه بود. در این مرحله چند تمرین جدید به تمرینات هفته اول که شامل (پرش در حالت اسکات و تمرینات همراه با حرکات مختلف دست) بود اضافه گردید. در هفته سوم یا فاز سوم تمرینات، مدت زمان هر جلسه برای تمرینات اصلی ۴۰ دقیقه بود. در این مرحله، تمرینات متفاوت با دو مرحله قبل شامل (پیچ و تاب، پرش تک پا، جامپینگ همراه با باز کردن پا از طرفین) بود. بعد از اتمام دوره تمرینی، متغیرهای وابسته مجدداً اندازه گیری و در دو گروه با هم مقایسه گردید.

این تمرینات از سطح پایه شروع شد و برای رعایت اصل اضافه بار و تنظیم فشار تمرین در پایان هر هفته، پرسشنامه درک فشار بورگ، توسط آزمودنی ها تکمیل شد. برای افزایش بار، تمرینات پیشرفته تر می شد و با تعداد تکرار و یا ست افزایش می یافت. در هفته اول که فاز اول تمرینات بود در هر جلسه ۲۵ دقیقه به تمرینات اصلی اختصاص داده شد که شامل تمرینات ساده ای (از قبیل آهسته دویدن و پرش های عمودی) بود که باعث افزایش ضربان قلب می شد. در این مرحله آزمودنی ها دست ها را توسط دسته مینی ترامپولین می گرفتند و ضربات ریتمیک به صفحه وارد می کردند. در



شکل ۲. دستگاه مینی ترامپولین با دسته

### یافته ها

جدول ۱. مشخصات فردی آزمودنی ها

متغیر	تجربی	کنترل	t	p
قد (سانتی متر)	۱۷۶٫۹ ± ۸٫۸۱	۱۷۲٫۴ ± ۹٫۱	-۱/۰۰۹	۰/۳۲
وزن (کیلوگرم)	۷۸٫۷ ± ۲٫۸	۷۹٫۵ ± ۲٫۹	-۱/۰۰۶	۰/۰۵۱
سن (سال)	۵۸٫۸ ± ۶٫۵۳	۵۹٫۶ ± ۶٫۹	-۰/۷۷۷	۰/۴۴
شاخص توده بدنی (سانتی متر/کیلوگرم)	۲۶٫۲ ± ۱٫۸	۲۳٫۲ ± ۳	-۱/۹	۰/۰۶

آزمون t مستقل مقایسه شد. با توجه به اینکه هیچ تفاوت معنی داری بین گروه ها وجود ندارد، می توان آن ها را از لحاظ جمعیت شناسی همگن در نظر گرفت.

سطح معنی داری در کلیه تحلیل ها  $P < ۰/۰۵$  در نظر گرفته شد. در جدول ۱ مشخصات فردی آزمودنی ها نشان داده شده است. خصوصیات جمعیت شناسی دو گروه تحقیق توسط

جدول ۲. مقایسه میانگین حداکثر فشار کف پای در نواحی ده گانه در دو گروه کنترل و آزمایش در دو مرحله آزمون

متغیر	گروه	زمان	اختلاف میانگین	خطای معیار	آماره	مقدار P
حداکثر فشار کف پای Toe1	کنترل	پیش آزمون-پس آزمون	۲/۲۳۲۸	۱/۳۴۲	۱/۸۰۲	۰/۰۹۳
	آزمون	پیش آزمون-پس آزمون	۶/۸۶۸	۱/۱۷۷	۵/۸۳۵	<۰/۰۰۱
حداکثر فشار کف پای Toe2	کنترل	پیش آزمون-پس آزمون	-۰/۶۳۹	۱/۸۱۷	-۰/۳۵۲	۰/۷۳۰
	آزمون	پیش آزمون-پس آزمون	۸/۴۱۱	۱/۴۴۲	۵/۸۳۱	<۰/۰۰۱
حداکثر فشار کف پای Metal1	کنترل	پیش آزمون-پس آزمون	۰/۸۸۷	۰/۴۹۶	۱/۷۸۹	۰/۰۹۵
	آزمون	پیش آزمون-پس آزمون	۵/۷۰۶	۰/۷۶۰	۷/۵۱۱	<۰/۰۰
حداکثر فشار کف پای Metal2	کنترل	پیش آزمون-پس آزمون	۰/۴۷۶	۰/۸۵۱	۰/۵۵۹	۰/۵۸۵
	آزمون	پیش آزمون-پس آزمون	۸/۲۹۷	۱/۳۲۷	۶/۲۵۲	<۰/۰۰۱
حداکثر فشار کف پای Metal3	کنترل	پیش آزمون-پس آزمون	-۰/۲۵۰	۰/۸۴۰	-۰/۲۹۸	۰/۷۷۰
	آزمون	پیش آزمون-پس آزمون	۱۰/۷۹۴	۱/۴۴۴	۷/۴۷۵	<۰/۰۰۱
حداکثر فشار کف پای Metal4	کنترل	پیش آزمون-پس آزمون	۰/۶۴۸	۰/۴۶۷	۱/۳۸۸	۰/۱۸۷
	آزمون	پیش آزمون-پس آزمون	۷/۲۳۱	۱/۳۵۱	۵/۳۵۱	<۰/۰۰۱
حداکثر فشار کف پای Metal5	کنترل	پیش آزمون-پس آزمون	-۲/۳۶۵	۱/۵۴۸	-۱/۵۲۸	۰/۱۴۹
	آزمون	پیش آزمون-پس آزمون	-۹/۱۸۷	۲/۴۹۶	-۳/۶۸۰	۰/۰۰۲
حداکثر فشار کف پای Mid Foot	کنترل	پیش آزمون-پس آزمون	-۰/۸۴۰	۰/۷۱۸	-۱/۱۷۰	۰/۲۶۱
	آزمون	پیش آزمون-پس آزمون	-۵/۶۱۱	۱/۴۰۷	-۳/۹۸۷	۰/۰۰۱
حداکثر فشار کف پای Heel Med	کنترل	پیش آزمون-پس آزمون	-۱/۸۵۹	۱/۱۱۳	-۱/۶۶۹	۰/۱۱۷
	آزمون	پیش آزمون-پس آزمون	-۷/۷۴۰	۱/۸۳۷	-۴/۲۱۵	۰/۰۰۱
حداکثر فشار کف پای Heel Lateral	کنترل	پیش آزمون-پس آزمون	-۲/۸۸۷	۱/۳۷۰	-۲/۱۰۸	۰/۰۵۴
	آزمون	پیش آزمون-پس آزمون	-۸/۳۹۳	۱/۵۹۶	-۵/۲۵۸	<۰/۰۰۱

ایشان ۱۹ بیمار مبتلا به دیابت به مدت یک ماه تمرینات دامنه حرکتی انجام دادند و نتایج نشان داد که تمرینات دامنه حرکتی موجب کاهش فشار کف پای در پای دیابتی می شود و با این که از نظر تحرک مفصل تفاوت معنی داری بین دو گروه مشاهده نشد، اما تمایل به کاهش سفتی مفصل در گروه تجربی دیده شد (۱۶).

این فرضیه با پژوهش گلپایگانی و همکاران (۲۰۰۹) (۱۷) با عنوان «بررسی تاثیر تمرینات عصبی عضلانی با توپ سوییسی در حفظ و بهبود عملکرد سالمندان» می باشد؛ همخوانی دارد. این پژوهش نشان داد توپ سوییسی در بهبود عملکرد و حفظ استقلال عمل سالمندان مؤثر بوده و می توان در کنار برنامه های دیگر با هدف بازتوانی از آن استفاده برد. اجرای این تمرینات توسط سالمندان همودیالیزی که به علت مشکلات متعدد نظیر نوروپاتی و میوپاتی در انجام فعالیت متکی به پاها محدودند، نسبت به افراد سالم اهمیت دوچندان می یابد.

این فرضیه با پژوهش کروز و همکاران (۲۰۱۰) (۱۸)، با عنوان «بررسی تاثیر تمرینات مقاومتی بر میزان قدرت اندام تحتانی بیماران مبتلا به نوروپاتی دیابتی» می باشد همخوانی دارد. این پژوهش نشان داد که تمرینات مقاومتی

بر اساس نتایج جدول ۲ نتیجه آزمون تی زوجی تفاوت معناداری در میانگین حداکثر فشار کف پای در کلیه نواحی ده گانه آزمودنی های گروه کنترل بین پیش آزمون و پس آزمون نشان نداد ( $P < 0.05$ ). همچنین بر اساس نتیجه آزمون تی زوجی میانگین مقدار حداکثر فشار کف پای ها در پس آزمون در ناحیه Meta2، Meta3، Meta4، Meta5، Toe1، Toe2، Metal، Mid Foot، Heel Med، Heel Lateral بود. در نواحی Toe1، Toe2، Metal، Mid Foot، Heel Med، Heel Lateral نیز بیشتر از پیش آزمون بوده است ( $P < 0.05$ ).

## بحث

هدف از این مطالعه ارزیابی تاثیر شش هفته تمرینات ترامپولین بر فشار کف پای و کیفیت زندگی افراد دیابتی سالمند بود. یافته های این تحقیق نشان دهنده کاهش معنی دار حداکثر فشار در نواحی در معرض خطر و با بیشترین شیوع ایجاد زخم در پای بیماران نوروپاتی دیابت و کاهش فشار در سر متاتارسال ها و میان پا بود. یافته های مطالعه حاضر با یافته های گلد اسمیت و همکاران همخوانی دارد. آن ها به بررسی تاثیر تمرینات دامنه حرکتی بر فشار کف پای و سفتی مفصل (stiffness Joint) پرداخت. در پژوهش

نوروپاتی محیطی باشد» همسو با تحقیق حاضر است. نتایج نشان داد که ده هفته تمرین هوازی و مقاومتی باعث کاهش درد و کاهش نشانه های نوروپاتی می شود. در این پژوهش با استفاده از عمل نمونه برداری از عضله، افزایش فیبرهای عصبی در اثر انجام منظم تمرینات ورزشی نیز مشاهده شده بود. در مطالعه متاآنالیز فدوا و همکاران (۲۰۱۳) در زمینه بررسی مطالعات مربوط به تمرین ورزشی و فشار کف پایي نشان داده شده که ورزش تأثیر کم تا متوسطی بر بهبود راه رفتن و اثر بخشی فشار کف پایي دارد (۲۳). پژوهش کلاوسن و همکاران (۲۰۱۷) (۲۴)، با عنوان «بررسی تأثیر تمرینات عصبی عضلانی بر بیماران مبتلا به استئوآرتریت مفصل زانو و ران» می باشد که نتایج نشان داد بهبود معناداری در فعالیت های روزمره بیمار و درد و عملکردی مربوط به راه رفتن، نشستن و بالا رفتن در مقایسه با گروه کنترل دیده شد. پژوهش جانسون و همکاران (۲۰۱۹) (۲۵) با عنوان «مروری بر ورزش های کم شدت در بیماران نوروپاتی دیابتی» می باشد، همخوانی دارد. نتایج نشان داد تمرینات هوازی کم شدت نیز قادرند کیفیت زندگی بیماران و انعطاف پذیری را در اندام تحتانی مبتلا به نوروپاتی دیابتی بهبود دهند. هم چنین، در اثر انجام تمرینات کم شدت، مور مور شدن و بی حسی کاهش یافته است. نتایج حاصل از تحقیقات مختلف نیز حاکی از کنترل بهتر قند خون و افزایش قابلیت های جسمانی مانند تعادل، دامنه حرکتی، استقامت قلبی - عروقی و کیفیت زندگی بیماران دیابتی در اثر ورزش و فعالیت بدنی است و علاوه بر این در حین فعالیت بدنی جریان خون و خون رسانی به تمام قسمت های بدن افزایش می یابد و از طرف دیگر چون نوروپاتی محیطی دیابت عارضه ناشی از بالا بودن قند خون برای مدت طولانی است، می توان گفت با فعالیت بدنی می توان قند خون را مهار کرد و از تأثیر مخرب آن بر ارگان های مختلف بدن به خصوص اعصاب جلوگیری کرد.

### نتیجه گیری

نوروپاتی دیابتی یکی از عوارض شایع در دیابت نوع دو به حساب می آید. این عارضه، هزینه های هنگفتی بر جامعه به همراه داشته و تأثیر زیادی بر زندگی افراد درگیر می گذارد به همین دلیل، یک برنامه توان بخشی ورزشی همه جانبه نگر برای آن ها تدوین شد. این برنامه در درجه اول معطوف به کنترل فشار کف پایي و نقص حرکتی

بر میزان قدرت اندام تحتانی بیماران مبتلا به نوروپاتی دیابتی تأثیر داشته است.

استس و همکاران پس از ۳ هفته برنامه تمرینی متمرکز و ویژه، بهبود تعادل را در بیماران نوروپاتی مبتلا به دیابت گزارش کردند به نظر میرسد بیماران نوروپاتی که حس کف پا را از دست داده اند، باید از فعالیت هایی که منجر به تحمل وزن بدن روی پاها می شود، خودداری کنند که این پژوهش با تحقیق حاضر مغایر است (۱۹).

پژوهش دمیچچی و همکاران (۲۰۱۲) (۲۰) در بررسی «تأثیر تمرینات قدرتی ایزوتونیک بر پارامترهای الکترونوروگرافی و حداکثر انقباض ارادی درد می باشد» همخوانی دارد. این پژوهش در ورزشکاران نشان داد که سرعت هدایت عصبی و تن پتانسیل عمل عصب به دنبال هشت هفته تمرین افزایش معنی داری پیدا کرد. فرضیه تحقیق حاضر با پژوهش سورش کومار و همکاران (۲۰۱۷) (۲۱)، با عنوان «بررسی تأثیر دوازده هفته تمرینات ایروبیکی و یوگا روی سندرم پای بی قرار در بیماران نوروپاتی دیابتی» همسو است. این پژوهش نشان داد که این تمرینات سبب کاهش معنادار علایم این سندرم می شود.

با توجه به یکسان بودن نتایج همه تحقیقات ذکر شده در بالا بودن فشار کف پایي در بیماران نوروپاتی دیابتی و بالا رفتن احتمال ایجاد زخم کف پا، محققین در این تحقیق بر آن شدند که تأثیر روش تمرینی خاصی را بر کاهش این میزان فشار ارزیابی کنند. در این تحقیق، میزان حداکثر فشار کف پایي، قبل و بعد از تمرین در نواحی ده گانه در دو گروه کنترل و تجربی بررسی شد و به این نتیجه رسیدند که میزان فشار کف پا در نواحی بررسی شده در گروه تجربی پس از تمرینات به طور معناداری در مقایسه با گروه کنترل کاهش داشت. در این پژوهش پس از انجام مداخلات، با توجه به کاهش ضربه در نواحی کف پا در گروه تجربی که در نتیجه کاهش فشار حداکثری در این نواحی بوده است می توان نتیجه گرفت که الگوی گام برداری در پس آزمون در گروه تجربی تغییر و اصلاح یافته است، که این نشان دهنده ی تأثیر بسیار خوب تمرینات ترامپولین در گروه تجربی می باشد که می تواند با کاهش فشار در کف پا از بروز زخم جلوگیری کند.

پژوهش گلودینگ و همکاران (۲۰۱۲) (۲۲) با عنوان بررسی «تأثیر تمرین های ورزشی روی نشانه های نوروپاتی، کارکرد اعصاب و تحریکات پوستی در افراد دیابتی مبتلا به

کرده و همچنین باعث جلوگیری از بروز زخم پا در سالمندان نوروپاتی شده است.

### سیاسگزاری

پژوهش حاضر حاصل طرح پژوهشی در دانشگاه اصفهان می باشد. بدینوسیله از تمامی افراد شرکت کننده در پژوهش و مسئولان محترم که در اجرای پژوهش ما را کمک نمودند، صمیمانه تشکر می نمایم.

### تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

### References

1. Cimbiz A, Cakir O. Evaluation of balance and physical fitness in diabetic neuropathy patients. *J Diabetes Complications* 2005; 193: 160-4. <https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2004.06.005>
2. Wild S, Roglic G, Green A, Sicree R, King H. Global prevalence of diabetes: estimates for the year 200 and projections for year 2030. *Diabetes Care* 2004; 27: 1047-53. <https://doi.org/10.2337/diacare.27.5.1047>
3. Corriveau H, Prince F, Hébert R, Raïche M, Tessier D, Maheux P, et al. Evaluation of postural stability in elderly with diabetic neuropathy. *Diabetes Care* 2000; 23: 1187-91. <https://doi.org/10.2337/diacare.23.8.1187>
4. Dingwell JB, Cusumano JP, Sternad D, Cavanagh PR. Slower speed in patients with diabetic neuropathy lead to improve local dynamic stability of continuous overground walking. *J Biomech* 2000; 33: 1269-77. [https://doi.org/10.1016/S0021-9290\(00\)00092-0](https://doi.org/10.1016/S0021-9290(00)00092-0)
5. Vinik AI, Mehrabyan A. Diabetic neuropathy. *Med Clin North Am.* 2004; 88: 947-99. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2004.04.009>
6. Ghasemi AG, Sayyd M Marand. Effects of Hata Yoga on Knee Osteoarthritis. *International Journal of Preventive Medicine.* 2013;4:133-8. [Text in Persian]
7. Goldring S, Goldring M. Clinical aspects, pathology and pathophysiology of osteoarthritis. *Journal of musculoskeletal and neuronal interactions.* 2006;6(4):376.
8. Hanachi P, Kaviani G. Impact of mini trampoline exercise on dynamic balance in elderly women,

ناشی از نوروپاتی پاها بود چون تنها در موفق بودن این قسمت از برنامه ورزشی، امکانی فراهم می شود تا بیماران بتوانند تمرینات انعطاف، قدرت و استقامت عضلانی، تعادل و هماهنگی را به صورت هوازی در یک بازه حدود ۶۰ تا ۹۰ دقیقه ای به انجام برسانند. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات ترامپولین بر فشار کف پای در نواحی ده گانه موثر بوده است و باعث جلوگیری از بروز زخم پا شده است.

### کاربرد عملی مطالعه

از این پس می توانیم با رویکرد جدید تمرینات ترامپولین، فشار کف پای در نواحی ده گانه را به صورت طبیعی حفظ

Tehran, Iran. *HMJ.* 1389;14(2):148-55. [Text in Persian]

9. 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;34(3):391- 6. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2011.06.008>
10. De Cock A, Willems T, Witvrouw E, Vanrenterghem J, De Clercq D. A functional foot type classification with cluster analysis based on plantar pressure distribution during jogging. *Gait & posture.* 2006;23(3):339-47. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2005.04.011>
11. Abdul Razak AH, Zayegh A, Begg RK, Wahab Y. Foot plantar pressure measurement system: A review. *Sensors.* 2012;12(7):9884-912. <https://doi.org/10.3390/s120709884>
12. Rai D, Aggarwal L. The study of plantar pressure distribution in normal and pathological foot. *Pol J Med Phys Eng.* 2006;12(1):25-34.
13. Karakollukçu, M, Aslan, CS, Paoli, A, Bianco, A and Sahin, FN. (2015) Effects of mini trampoline exercise on male gymnasts' physiological parameters: a pilot study. *J Sports Med Phys Fitness* 55: 730-734.
14. Monteiro M et al. 2010. Influence of obesity and sarcopenic obesity on plantar pressure of postmenopausal women. *Clinical Biomechanics.* Jun 1. 25(5):461-7. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2010.01.017>
15. Bonato P. Wearable sensors/systems and their impact on biomedical engineering. *IEEE Engineering in Medicine and*

- Biology Magazine. 2003;22(3):18-20.  
<https://doi.org/10.1109/MEMB.2003.1213622>
16. Goldsmith JR, Lidtke RH, Shott S. The effects of range-of-motion therapy on the plantar pressures of patients with diabetes mellitus. *J Am Podiatr Med Assoc* 2002; 92(9): 483-90  
<https://doi.org/10.7547/87507315-92-9-483>
  17. Golpayegani M, Mahdavi S, Hesari A. Evaluation of the effect of a six-week core stabilization training program on falls in the elderly. *Journal of Sports Science*. 2009 2 (1 ) 95 - 106. [Text in Persian].
  18. Kruse RL, LeMaster JW, Madsen RW. 2010. Fall and balance outcomes after an intervention to promote leg strength, balance, and walking in people with diabetic peripheral neuropathy: "Feet First" randomized controlled trial. *Journal of the American Physical Therapy Association*. 90(11):1568-79.  
<https://doi.org/10.2522/ptj.20090362>
  19. Stess RM, Jensen SR, Mirmiran R. The role of dynamic plantar pressures in diabetic foot ulcers. *Diabetes Care* 1997; 20(5): 855-8.  
<https://doi.org/10.2337/diacare.20.5.855>
  20. Demirchi A, Mohebbi H, Hosseini S. The effect of isotonic strength training on neurographic parameters and maximal voluntary contraction in Olympic athletes. 2012.39 (3 : ) 33 - 23. [In Persian]
  21. Kumar NP, Annamalai AR, Thakur RS. 2017. Antinociceptive property of *Emblica officinalis* Gaertn (Amla) in high fat diet-fed/low dose streptozotocin induced diabetic neuropathy in rats. *Indian J Exp Biol*. 47: 737-42.
  22. Gluding J.E, Hides J.A, Hodges P.W. 2012. Size and symmetry of trunk muscles in ballet dancers with and without low back pain. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 43(8), 525-533.  
<https://doi.org/10.2519/jospt.2013.4523>
  23. Fedewa MV, Gist NH, Evans EM, Dishman RK (2014). "Exercise and Insulin Resistance in Youth: A Meta-Analysis". *Pediatrics*, 133(1):e163- 74.  
<https://doi.org/10.1542/peds.2013-2718>
  24. Clausen B, Holsgaard-Larsen A, Roos EM. 2017. An 8-week neuromuscular exercise program for patients with mild to moderate knee osteoarthritis: A case series drawn from a registered clinical trial. *J Athl Train*. 52(6):592-605.  
<https://doi.org/10.4085/1062-6050-52.5.06>
  25. Johnson CE, Takemoto JK. 2019. A review of beneficial low-intensity exercise in diabetes peripheral neuropathy diabetes. *Journal of pharmacy and pharmaceutical sciences*. Jan 1. 22:22-7.  
<https://doi.org/10.18433/jpps30151>