

## تأثیر تمرینات راه رفتن بر هم انقباضی مفصل مچ پا در بیماران دیابتی بدون نروپاتی

میلاذ علیپورساری نصیرلو<sup>۱</sup>، آیدین ولی زاده اورنج<sup>۲</sup>، امیرعلی جعفرنژادگرو\*<sup>۳</sup>، معرفت سیاهکوهیان<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت ۱۴۰۰/۰۸/۰۲ تاریخ پذیرش ۱۴۰۱/۰۹/۰۵

## چکیده

**پیش‌زمینه و هدف:** دیابت با نقص عملکرد و آسیب ارگان‌های مختلف، به‌ویژه رگ‌های خونی، اعصاب و قلب مرتبط است. هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرینات راه رفتن بر هم انقباضی مفصل مچ پا در بیماران دیابتی بدون نروپاتی بود. روش پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی بود.

**مواد و روش کار:** نمونه آماری پژوهش حاضر شامل ۲۴ نفر (۱۲ نفر گروه تجربی و ۱۲ نفر گروه کنترل) بود. گروه تجربی به مدت ۸ هفته تمرینات راه رفتن را انجام دادند و گروه کنترل در این مدت هیچ‌گونه فعالیتی را انجام ندادند. برای محاسبه هم انقباضی عمومی و جهت‌دار، ابتدا فعالیت الکترومایوگرافی عضلات دوقلو و درشت‌ننی قدیمی توسط دستگاه الکترومایوگرافی (Bio System, UK) ۸ کاناله و با الکتروود سطحی ثبت شد. برای نرمال‌سازی سیگنال‌های الکترومایوگرافی، اطلاعات RMS (Root mean square) بر حداکثر انقباض ارادی ایزومتریک هر عضله نرمال شدند. برای تجزیه و تحلیل آماری از آزمون آنالیز واریانس دوسویه استفاده شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد هم انقباضی عمومی طی فاز بارگذاری در گروه تجربی در مرحله پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون افزایش معنی‌داری داشت. میانگین هم انقباضی جهت‌دار طی فاز بارگذاری ( $p=0/001$ )، اتکا ( $p<0/001$ )، بلند شدن پنجه پا ( $p=0/008$ ) و نوسان ( $p=0/001$ ) در گروه تجربی در مرحله پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون کاهش معنی‌داری داشت و به صفر نزدیک‌تر شد.

**بحث و نتیجه‌گیری:** نتایج حاضر نشان داد تمرینات راه رفتن بر هم انقباضی عمومی و جهت‌دار مفصل مچ پا در بیماران دیابتی بدون نروپاتی مؤثر است و باعث افزایش هم انقباضی در مفصل مچ پا می‌شود که می‌تواند اثرات مفیدی بر ثبات مفصل طی راه رفتن به دنبال داشته باشد.

**کلیدواژه‌ها:** الکترومایوگرافی، تمرینات راه رفتن، هم انقباضی، دیابت

مجله مطالعات علوم پزشکی، دوره سی و سوم، شماره چهارم، ص ۳۱۴-۳۰۶، تیر ۱۴۰۱

آدرس مکاتبه: دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. تلفن ثابت: ۰۴۵۳۱۵۰۵۶۴۹، دورنگار: ۰۴۵۳۱۵۰۵۶۴۹

Email: amiralijafarnezhad@gmail.com

## مقدمه

رفتن شامل راه رفتن و توانایی تعادل، تعیین‌کننده اصلی یک زندگی مستقل و سلامت است (۵). راه رفتن و تعادل برای پیش‌بینی کیفیت زندگی، عوارض و مرگ‌ومیر ضروری است (۶). افزایش سن باعث بدتر شدن سیستم‌های حسی و تغییر الگوهای فعالیت عضلات می‌شود که منجر به تخریب راه رفتن و تعادل می‌گردد (۷). بیماری‌های مزمن مانند دیابت می‌توانند این تخریب را تسریع کنند (۸). ترشح ناکافی انسولین در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ منجر به سنتز ناکافی میوپروتئین می‌شود که منجر به کاهش قدرت و عملکرد عضلات می‌شود (۹). تغییرات در توده عضلانی باعث می‌شود عضله

سازمان بهداشت جهانی گزارش داد که جمعیت سالمندان در چند دهه آینده سه برابر می‌شود و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰ به ۱/۵ میلیارد نفر برسد (۱). تعداد افراد مبتلا به دیابت در سراسر جهان از مرز ۳۸۰ میلیون نفر گذشته است و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰ به ۵۲۲ میلیون نفر برسد (۲، ۳). مطالعات نشان داده‌اند که نیمی از این افراد در افراد بالای ۶۰ سال اتفاق می‌افتاد هرچند در افراد جوان نیز میزان شیوع دیابت با توجه به کاهش تحرک باوجود فناوری‌هایی در جهان، در حال افزایش است (۴). عملکرد راه

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، گروه فیزیولوژی ورزشی، اردبیل، ایران

<sup>۲</sup> استادیار فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، گروه فیزیولوژی ورزشی، اردبیل، ایران

<sup>۳</sup> دانشیار بیومکانیک ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، گروه مدیریت و بیومکانیک ورزشی، اردبیل، ایران (نویسنده مسئول)

<sup>۴</sup> استاد فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، گروه فیزیولوژی ورزشی، اردبیل، ایران

بیماران دیابتی بدون نروپاتی در شهرستان اردبیل بود. نمونه پژوهش حاضر با نرم‌افزار G\*power برای دستیابی به توان آماری ۰/۸ و اندازه اثر ۰/۷ در دو گروه تجربی و کنترل، ۳۰ نفر به‌عنوان نمونه آماری به‌صورت در دسترس انتخاب شدند. آزمودنی‌های به‌طور تصادفی در دو گروه تجربی (۱۵ نفر) و گروه کنترل (۱۵) قرار گرفتند. جهت قرار دادن تصادفی آزمودنی در دو گروه کنترل و تجربی اسامی هر آزمودنی بر روی یک کاغذ نوشته‌شده و سپس کاغذها تا شده در یک ظرف قرار گرفتند. بعد از تکان دادن ظرف، اسامی آزمودنی‌ها از داخل ظرف استخراج‌شده و شماره فرد در گروه کنترل و شماره زوج در گروه تجربی به‌صورت یک‌درمیان قرار گرفتند. معیارهای ورود به آزمون شامل: جنسیت مرد، دامنه سنی بین ۵۰-۷۵ سال، تأیید ابتلا به دیابت (نوع ۱ یا ۲)، عدم استفاده از داروهای سرکوب‌کننده سیستم ایمنی مثل کورتون، سکونت در شهر اردبیل، داشتن سواد خواندن و نوشتن و یا یکی از اعضای نزدیک آن، داشتن توان و تمایل شرکت در مطالعه بود. شرایط خروج از تحقیق شامل سابقه عمل جراحی در ناحیه پایین تنه، ناهنجاری‌های ستون فقرات، پوکی استخوان، شکستگی یا اختلال در ناحیه پایین تنه بود. که این اطلاعات از طریق پرسش‌نامه عمومی و به‌صورت شفاهی از آزمودنی‌ها دریافت شد. در پژوهش حاضر گروه تجربی ۸ هفته (دو ماه) تمرینات راه رفتن را انجام دادند و شایان‌ذکر است که گروه کنترل طی این دو ماه در هیچ‌گونه فعالیت ورزشی شرکت نداشته‌اند و تنها فعالیت آن‌ها انجام کارهای روزمره بود.

پژوهش حاضر از نوع کاربردی بود. در پژوهش حاضر برای تخصیص تصادفی نمونه‌ها از روش پرتاب سکه استفاده شد. به‌گونه‌ای که یکی از گروه‌های مطالعه را شیر و گروه دیگر را خط در نظر گرفته شد و بر اساس حجم نمونه موردنظر به همان تعداد، سکه پرتاب شد و افراد به دو گروه کنترل و تجربی تقسیم شدند. معیارهای ورود به پژوهش شامل نداشتن نوروپاتی، زخم پای دیابتی در زمان ارزیابی، فاقد قطع عضو بودن و یا اختلالات عصبی و ارتوپدی ناشی از سایر بیماری‌ها، عدم ابتال به آرتروز و روماتیسم مفصلی، عدم ابتال به رتینوپاتی شدید، نداشتن ناهنجاری‌های در ناحیه اندام تحتانی و عدم سابقه عمل جراحی در ناحیه اندام تحتانی بود. آزمودنی‌ها توسط پزشک معاینه و جهت شرکت در پژوهش به محققین معرفی می‌شدند. همچنین پژوهش حاضر دارای تأیید اخلاقی (IR.UMA.REC.1400.08) از کمیته اخلاق پژوهش از دانشگاه محقق اردبیلی است. با استفاده از دستگاه الکترومیوگرافی (Bio System, UK) ۸ کاناله و با الکتروود سطحی ساخت کشور انگلستان فعالیت عضلات موردبررسی قرار گرفت. به‌منظور ثبت امواج الکترومیوگرافی سطحی ابتدا موهای سطوح موردنظر تراشیده و پوست با پنبه حاوی الکل آماده الکتروود گذاری شد. فاصله مرکز تا

اسکلتی نسبت به جذب گلوکز حساسیت کمتری داشته باشد که منجر به اختلالات متابولیک و افزایش قند خون می‌شود (۱۰). تحقیقات نشان داده است که کاهش قدرت و عملکرد عضلات می‌تواند منجر به کاهش هم‌انقباضی عضلات در مفاصل اندام تحتانی شود و در نتیجه به افزایش بارهای اضافی، بی‌ثباتی و تحرک پذیری بالایی مفاصل کمک می‌کند که می‌تواند آسیب‌های ثانویه را به دنبال داشته باشد (۱۱). باین‌حال توجه به عملکرد عضلات در اندام تحتانی در افراد دیابتی اجتناب‌ناپذیر است و نیازمند راهکارهایی برای کاهش بی‌ثباتی و نیروهای وارده به مفاصل است.

مداخلات مربوط به فعالیت بدنی می‌تواند باعث بهبود عملکرد عضلات و کاهش پیشرفت به سمت مقاومت به انسولین در بیماران دیابتی بشود. باین‌حال، بیشتر مداخلات در گروه‌های انتخابی مانند گروه‌هایی از افراد با اختلال تحمل گلوکز انجام شده است (۱۲). داده‌های حاصل از مطالعات کوهورت که از پرسشنامه برای اندازه‌گیری فعالیت بدنی استفاده می‌کنند، به‌شدت از نقش مستقل فعالیت بدنی حمایت می‌کنند (۱۳). در مطالعات اخیر، تمرینات متوسط مانند پیاده‌روی خطر دیابت نوع ۲ و بیماری عروق کرونر قلب را کاهش می‌دهد (۱۵-۱۳). ارزیابی راه رفتن از نظر سرعت راه رفتن یک معیار عملکرد بدنی است که پیامدهای نامطلوب سلامتی و مرگ‌ومیر را پیش‌بینی می‌کند (۱۶، ۱۷). کاهش سرعت راه رفتن ممکن است یکی از علل اولیه کاهش عملکرد بدنی، ایجاد ناتوانی و از دست دادن استقلال باشد که با بقای ضعیف‌تر در افراد مسن مرتبط است (۳).

برای بیماران مبتلا به چنین بیماری‌هایی، حمایت از ورزش ممکن است در بهبود عملکرد بدنی و کاهش هزینه‌های درمانی مؤثر باشد. به‌عنوان مثال، پیاده‌روی می‌تواند به‌راحتی در زندگی روزمره انجام شود. با توسعه وسایل حمل‌ونقل مناسب، لازم است که مردم عادت به پیاده‌روی را برای مدیریت بیماری ایجاد کرده و خطر بیماری‌های آینده را کاهش دهند (۱۸). به نظر می‌رسد با استفاده از تمرینات باهدف افزایش عملکرد راه رفتن در بازایی قدرت عضلانی و یا حفظ آن ضرورت داشته باشد. با توجه به تحقیقات گذشته تا به حال تحقیقی که به بررسی تأثیر تمرینات راه رفتن بر هم‌انقباضی مفصل مچ پا در بیماران دیابتی بدون نروپاتی پرداخته باشد توسط محقق یافت نشد. لذا محقق به دنبال پاسخ به این سؤال است که آیا تمرینات راه رفتن بر هم‌انقباضی مفصل مچ پا در بیماران دیابتی بدون نروپاتی تأثیر دارد یا نه؟

## مواد و روش کار

روش پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری پژوهش حاضر کلیه

مرکز دو الکتروود ۲۰ میلی‌متر بود. سیگنال‌های الکتریکی با فرکانس ۱۰۰۰ هرتز، پهنای باند ۵۰۰ هرتز ثبت شد و سپس با فیلترهای پایین‌گذر ۵۰۰ هرتز و بالا‌گذر ۱۰ هرتز و فیلتر ۵۰ هرتز نویزهای موجود حذف شد. از آنجا که فعالیت عضلات اندام تحتانی با ساختار پا و آسیب اندام تحتانی مرتبط است، ثبت فعالیت الکتریکی عضلات ساقی قدامی، دوقلوی داخلی در فرکانس نمونه‌برداری ۱۰۰۰ هرتز برای محاسبه هم انقباضی مفصل مچ پا صورت گرفت (۱۹). عمل الکتروودگذاری با روش SENIAM روی نقاط مدنظر برای ثبت داده‌ها انجام شد (۱۹).

### ثبت فعالیت الکترومایوگرافی عضلات برای محاسبه هم

#### انقباضی مفصل مچ پا:

برای تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از الکترومایوگرافی، از

نرم‌افزار Biometrics DataLITE و فیلتر میان‌گذر ۱۰ تا ۴۵۰ هرتز استفاده شد. برای نرمال کردن سیگنال‌های الکترومایوگرافی، اطلاعات RMS (Root mean square) هر عضله برای نرمال‌سازی داده‌ها به مقدار حداکثر انقباض ارادی ایزومتریک (MVIC) آن عضله تقسیم و سپس در عدد صد ضرب گردید. برای این منظور هر عضله حداکثر فعالیت الکتریکی در بازه زمانی ۱ ثانیه ثبت شده و از آن به‌عنوان خط پایه (base line) جهت مقایسه‌ها استفاده گردید. فعالیت عضلات در هر مرحله به‌عنوان % از خط پایه بیان گردید. با توجه به کیفیت سیگنال‌های حاصل از کلیدهای پای، سیگنال stride سوم به بعد راه رفتن مورد مطالعه قرار گرفت. برای تعیین مقادیر هم انقباضی جهت‌دار و هم انقباضی عمومی در فازهای مختلف راه رفتن از روابط زیر استفاده شد (۲۰).

$$\text{هم انقباضی جهت‌دار} = 1 - \frac{\text{میانگین فعالیت عضلات آنتاگونیست}}{\text{میانگین فعالیت عضلات آگونیست}}$$

هم انقباضی جهت‌دار (میانگین فعالیت عضله آنتاگونیست > میانگین فعالیت عضلات آگونیست)

$$\text{هم انقباضی جهت‌دار} = 1 - \frac{\text{میانگین فعالیت عضلات آگونیست}}{\text{میانگین فعالیت عضلات آنتاگونیست}}$$

هم انقباضی جهت‌دار (میانگین فعالیت عضله آنتاگونیست < میانگین فعالیت عضله آگونیست)

هم انقباضی عمومی مجموع میانگین فعالیت تمام عضلات مفصل در هم انقباضی جهت‌دار هر چه عدد به‌دست آمده به صفر نزدیک‌تر باشد، میزان هم انقباضی بیشتر و هر چه عدد به ۱ و ۱ نزدیک‌تر باشد، میزان هم انقباضی کاهش می‌یابد (۲۰).

#### تمرین راه رفتن:

تمرین راه رفتن که یک برنامه پیاده‌روی ۸ هفته‌ای بود با استفاده از مقاله کائو (۲۰۰۷) (۱۱) و همچنین پیشنهادات متخصصین در رابطه با طراحی و اجرای برنامه تمرینی در افراد

سالمند و دیابتی که سه روز تمرین در هفته و شدت ۳۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی یا ۴۵ درصد درصد ضربان قلب پیشنهاد کرده بودند، طراحی شد. همچنین میزان قند خون افراد قبل، حین و بعد از تمرین همواره کنترل می‌شد. به‌علاوه در گروه تجربی در رابطه با کنترل شدت تمرین، این کار با تعیین ضربان قلب آزمودنی‌ها قبل از شروع تمرینات، حین اجرا و پس از انجام فعالیت در هر جلسه توسط محقق با استفاده از ضربان سنج پولار انجام شد. به‌علاوه تمرینات راه رفتن به عقب و پهلو و ... نیز در برنامه تمرینی اجرا شد.

#### جدول (۱): برنامه تمرینی راه رفتن

میانگین مسافت پیموده شده (متر)	زمان (دقیقه)	حداکثر ضربان قلب	روزها (تعداد)	هفته‌ها
۱۴۰۰ ۷۰۰	۲۰	۵۰ ۴۵	۳	هفته اول و دوم (مرحله سازگاری به شرایط تمرین)
۱۸۰۰ ۱۴۰۰	۳۰	۵۰ ۴۵	۳	هفته سوم و چهارم
۲۱۰۰ ۱۹۰۰	۴۵	۵۵ ۵۰	۳	هفته پنجم و ششم
۲۴۰۰ ۲۱۰۰	۵۵	۶۵ ۵۵	۳	هفته هفتم و هشتم

**یافته‌ها**

نتایج نشان داد میانگین سن، قد، وزن، شاخص توده بدنی در دو گروه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۲).

در پژوهش حاضر نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرووولک تأیید شد. سپس داده‌های مربوط به دو گروه از آزمون آنالیز واریانس دوسویه با استفاده از نرم‌افزار SPSS ورژن ۲۴ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

**جدول (۲):** شاخص‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها

متغیر	گروه تجربی		سطح معنی‌داری
	میانگین $\pm$ انحراف معیار	گروه کنترل	
سن	۶۷/۲۵ $\pm$ ۱۴/۶۵	۶۹/۷۸ $\pm$ ۲۰/۳۶	۰/۶۵۳
قد	۱۷۲/۳۶ $\pm$ ۴۲/۰۵	۱۷۴/۳۴ $\pm$ ۴۲/۶۵	۰/۵۷۶
وزن	۷۵/۴۲ $\pm$ ۱۲/۰۸	۷۲/۷۸ $\pm$ ۱۶/۹۶	۰/۴۲۶
شاخص توده بدنی	۲۷/۱۴ $\pm$ ۱۰/۰۱	۲۶/۸۷ $\pm$ ۱۱/۴۵	۰/۷۵۱

نتایج نشان داد مقایسه پیش‌آزمون هم‌انقباضی عمومی و جهت‌دار طی فازهای مختلف در دو گروه تجربی و کنترل اختلاف معنی‌داری نداشت ( $p > 0/05$ ) (جدول ۳).

**جدول (۳):** مقایسه هم‌انقباضی عمومی و جهت‌دار در دو گروه تجربی و کنترل در مرحله پیش‌آزمون در طی فازهای مختلف Stance

هم‌انقباضی	فاز	گروه تجربی		سطح معنی‌داری
		میانگین $\pm$ انحراف معیار	گروه کنترل	
هم‌انقباضی عمومی مچ پا	بارگذاری	۳۵/۰۸ $\pm$ ۵/۵۱	۳۲/۰۸ $\pm$ ۵/۲۹	۰/۱۸۸
	اتکا	۳۵/۶۶ $\pm$ ۴/۳۵	۳۴/۱۶ $\pm$ ۶/۲۲	۰/۵۰۱
	جدا شدن پنجه پا	۴۷/۶۶ $\pm$ ۶/۳۵	۴۷/۱۶ $\pm$ ۵/۵۴	۰/۸۳۹
هم‌انقباضی جهت‌دار مچ پا	نوسان	۲۳/۵۰ $\pm$ ۴/۵۸	۲۳/۱۶ $\pm$ ۴/۰۶	۰/۸۵۲
	بارگذاری	-۰/۶۹ $\pm$ ۰/۱۴	-۰/۶۷ $\pm$ ۰/۱۰	۰/۶۳۹
	اتکا	-۰/۷۲ $\pm$ ۰/۱۱	-۰/۷۱ $\pm$ ۰/۱۱	۰/۷۳۹
هم‌انقباضی جهت‌دار مچ پا	جدا شدن پنجه پا	۰/۵۵ $\pm$ ۰/۱۱	۰/۵۴ $\pm$ ۰/۱۲	۰/۸۹۸
	نوسان	۰/۴۸ $\pm$ ۰/۰۶	۰/۴۹ $\pm$ ۰/۰۷	۰/۷۵۵

نتایج نشان داد اثر عامل زمان هم‌انقباضی عمومی در فاز بارگذاری ( $p=0/014$ )، هم‌انقباضی جهت‌دار طی فازهای بارگذاری ( $p=0/001$ )، اتکا ( $p<0/001$ )، بلند شدن پنجه پا ( $p=0/005$ ) و نوسان ( $p=0/006$ ) در دو گروه تجربی و کنترل اختلاف معنی‌داری داشت.

آزمون تعقیبی نشان داد هم‌انقباضی عمومی طی فاز بارگذاری در گروه تجربی در مرحله پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون افزایش معنی‌داری داشت. میانگین هم‌انقباضی جهت‌دار طی فاز بارگذاری ( $p=0/001$ )، اتکا ( $p<0/001$ )، بلند شدن پنجه پا ( $p=0/008$ ) و نوسان ( $p=0/001$ ) در گروه تجربی در مرحله پس-آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون کاهش معنی‌داری داشت و به صفر

نتایج نشان داد اثر عامل زمان هم‌انقباضی عمومی در فاز بارگذاری ( $p=0/014$ )، هم‌انقباضی جهت‌دار طی فازهای بارگذاری ( $p=0/001$ )، اتکا ( $p<0/001$ )، بلند شدن پنجه پا ( $p=0/004$ ) و نوسان ( $p<0/001$ ) در دو گروه تجربی و کنترل اختلاف معنی‌داری داشت. همچنین اثر عامل گروه هم‌انقباضی عمومی در فاز بارگذاری ( $p=0/003$ )، هم‌انقباضی جهت‌دار طی فازهای بارگذاری ( $p=0/026$ ) و اتکا ( $p=0/017$ )، در دو گروه تجربی و کنترل اختلاف معنی‌داری داشت. به‌علاوه اثر تعاملی زمان  $\times$  گروه هم‌انقباضی عمومی در فاز بارگذاری ( $p=0/016$ ) و هم‌انقباضی جهت‌دار طی

نزدیک‌تر شد. (جدول ۴). که نشان‌دهنده افزایش هم انقباضی جهت‌دار در بیماران دیابتی است. در گروه تجربی هیچ‌یک از متغیرها در پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۴).

#### جدول (۴): مقایسه هم انقباضی عمومی و جهت‌دار مفصل مچ پا در دو گروه تجربی

و کنترل در مرحله پیش‌آزمون پس‌آزمون در طی فازهای Stance

گروه تجربی	گروه تجربی		گروه کنترل		سطح معنی‌داری	فاز	اثر عامل	اثر عامل	اثر عامل
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون					
بارگذاری	۳۵/۰۸±۵/۵۱	۴۱/۰۰±۳/۸۳	۳۲/۰۸±۵/۲۹	۳۲/۱۶±۵/۶۳	۰/۰۲۲	بارگذاری	۰/۰۱۴	۰/۰۰۳	۰/۰۱۶
	(۰/۲۳۵)	(۰/۳۳۸)	(۰/۲۴۶)	(۰/۲۳۵)			(۰/۲۴۶)	(۰/۳۳۸)	(۰/۲۳۵)
انکا	۳۵/۶۶±۴/۳۵	۳۶/۰۸±۴/۶۷	۳۴/۱۶±۶/۲۲	۳۳/۹۱±۵/۸۳	۰/۴۷۰	انکا	۰/۷۸۳	۰/۴۰۴	۰/۲۷۷
	(۰/۵۴۴)	(۰/۳۳۲)	(۰/۱۰۴)	(۰/۵۴۴)			(۰/۱۰۴)	(۰/۳۳۲)	(۰/۵۴۴)
جدا شدن پنجه پا	۴۷/۶۶±۶/۳۵	۵۰/۴۱±۴/۱۸	۴۷/۱۶±۵/۵۴	۴۶/۷۵±۵/۶۷	۰/۲۴۲	جدا شدن پنجه پا	۰/۳۰۸	۰/۲۹۶	۰/۱۷۱
	(۰/۸۳۳)	(۰/۵۰۰)	(۰/۴۰۷)	(۰/۸۳۳)			(۰/۴۰۷)	(۰/۵۰۰)	(۰/۸۳۳)
نوسان	۲۳/۵۰±۴/۵۸	۲۱/۸۳±۵/۲۰	۲۳/۱۶±۴/۰۶	۲۳/۰۸±۳/۶۷	۰/۳۰۵	نوسان	۰/۲۷۷	۰/۷۸۰	۰/۳۲۴
	(۰/۵۴۴)	(۰/۳۳۲)	(۰/۱۰۴)	(۰/۵۴۴)			(۰/۱۰۴)	(۰/۷۸۰)	(۰/۳۲۴)
بارگذاری	۰/۱۶±۰/۱۴	۰/۱۳±۰/۱۳	۰/۱۰±۰/۱۰	۰/۱۲±۰/۱۲	۰/۰۰۱	بارگذاری	۰/۰۰۱	۰/۰۲۶	p<۰/۰۰۱
	(۰/۴۲۷)	(۰/۴۲۷)	(۰/۴۲۷)	(۰/۴۲۷)			(۰/۴۲۷)	(۰/۲۰۶)	(۰/۵۱۵)
انکا	۰/۱۱±۰/۱۱	۰/۱۲±۰/۱۲	۰/۱۱±۰/۱۱	۰/۱۲±۰/۱۲	p<۰/۰۰۱	انکا	۰/۱۱	۰/۱۷	p<۰/۰۰۱
	(۰/۷۲۰)	(۰/۷۲۰)	(۰/۷۲۰)	(۰/۷۲۰)			(۰/۷۲۰)	(۰/۲۳۱)	(۰/۵۴۷)
جدا شدن پنجه پا	۰/۱۱±۰/۱۱	۰/۰۹±۰/۰۹	۰/۱۲±۰/۱۲	۰/۱۲±۰/۱۲	۰/۰۰۸	جدا شدن پنجه پا	۰/۰۰۴	۰/۲۱۳	۰/۰۰۵
	(۰/۳۲۵)	(۰/۳۲۵)	(۰/۳۲۵)	(۰/۳۲۵)			(۰/۳۲۵)	(۰/۰۷۰)	(۰/۳۱۲)
نوسان	۰/۰۶±۰/۰۶	۰/۰۲±۰/۰۲	۰/۰۷±۰/۰۷	۰/۰۸±۰/۰۸	۰/۰۰۱	نوسان	۰/۰۰۱	۰/۱۰۲	۰/۰۰۶
	(۰/۴۶۲)	(۰/۱۱۷)	(۰/۴۶۲)	(۰/۲۹۸)			(۰/۴۶۲)	(۰/۱۱۷)	(۰/۲۹۸)

#### بحث

یک دوره تمرین هوازی در افراد با بیماری نوروپاتی دیابتی باعث کاهش هم انقباضی عمومی در مفصل مچ پا می‌شود. یکی از دلایل احتمالی ناهم‌سو بودن نتایج حاضر با نتایج جعفرنژاد و همکاران (۲۰۲۰) می‌تواند به جامعه آماری مرتبط باشد که در تحقیق حاضر به‌جای بیماران نوروپاتی از بیماران دیابتی استفاده شد. از طرفی عنبریان و همکاران (۲۰۱۲) (۲۰۲۲) و هیدن و همکاران (۲۰۰۹) (۲۰۲۰) نشان دادند که کاهش هم انقباضی عمومی می‌تواند باعث بی‌ثباتی مفصل و در نتیجه کاهش تعادل دینامیک حین راه رفتن را به دنبال داشته باشد (۲۳). تحقیقات نشان داده است که در افراد دیابتی طی

هدف از پژوهش حاضر تأثیر تمرینات راه رفتن بر هم انقباضی مفصل مچ پا در بیماران دیابتی بدون نروپاتی بود. نتایج نشان داد هم انقباضی عمومی طی فاز بارگذاری و هم انقباضی جهت‌دار طی فاز بارگذاری، انکا، بلند شدن پنجه پا و نوسان در گروه تجربی در مرحله پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون بیشتر شد. که نشان‌دهنده تأثیرگذاری تمرینات راه رفتن در بیماران دیابتی بدون نروپاتی است. نتایج تحقیق حاضر با نتایج جعفرنژاد و همکاران (۱۳۹۹) (۲۱) ناهم‌سو است. جعفرنژاد و همکاران نشان دادند که

برای خون رسانی بهتر به عضلات می‌شود و همچنین تعداد و اندازه میتوکندری عضله اسکلتی افزایش یافته و امکان متابولیسم عضله را بهبود می‌بخشد (۲۴) که در نتیجه این تغییرات افزایش ظرفیت هوازی عضلات در بیماران دیابتی می‌شود که احتمالاً باعث افزایش هم انقباضی جهت‌دار در مفصل مچ پا بیماران دیابتی شده است. با توجه به نتایج تحقیق پیشنهاد می‌شود مراکز مرتبط با دیابت برای پیشگیری از روند بیماری بر عملکرد راه رفتن و بهبود عملکرد عضلات برای جلوگیری از بی‌ثباتی و خطرات ناشی از آن، تمرینات راه رفتن را مد نظر داشته باشند. همچنین پیشنهاد می‌شود تحقیق حاضر بر روی گروه دیگر بیماران دیابتی به صورت مقایسه انجام گیرد تا بتوان به نتیجه واحدی در این رابطه رسید.

تحقیق حاضر دارای محدودیت‌هایی بود که از جمله آن می‌توان به جنسیت اشاره کرد که فقط از مردان استفاده شد، همچنین عدم استفاده از شاخص‌های کینماتیکی از دیگر محدودیت‌های تحقیق حاضر بود.

### نتیجه‌گیری

نتایج حاضر نشان داد تمرینات راه رفتن بر هم انقباضی عمومی و جهت‌دار مفصل مچ پا در بیماران دیابتی بدون نورویاتی مؤثر است و باعث افزایش هم انقباضی در مفصل مچ پا می‌شود که می‌تواند اثرات مفیدی بر ثبات مفصل مچ پا طی راه رفتن داشته باشد.

راه رفتن همواره با کاهش قدرت و عملکرد عضلات طی راه رفتن و کاهش فعالیت عضلانی در این گروه از بیماران همراه است (۱۱). به نظر می‌رسد تمرینات راه رفتن با تأثیر مستقیم بر فعالیت عضلانی باعث بهبود عملکرد عضلانی در این بیماران شده است. در تبیین این یافته می‌توان این‌طور بیان کرد که تمرینات راه رفتن موجب کاهش ویسکوزیته پلاسما، ویسکوزیته خون و هماتوکریت می‌شود و به دنبال آن سیالات خون افزایش یافته که آن نیز موجب افزایش انتشار اکسیژن و بهبود تحویل اکسیژن به عضلات درگیر در مفصل مچ پا می‌شود همچنین منجر به کارگیری تعداد بیشتری از عضلات و بهبود شاخص توده بدنی که به دنبال آن عملکرد عضلات و افزایش هم انقباضی در بیماران دیابتی را به دنبال دارد. دیستفانو (۲۰۱۸) بیان کرد ارائه یک دوره تمرین منظم می‌توان باعث بهبود اطلاعات سیستم‌های حسی و بهبود فعالیت الگوی فراخوانی عضلات در بیماران دیابتی گردد (۷). تحقیقات دیستفانو به نوعی از نتایج تحقیق ما دفاع می‌کند.

همچنین نتایج نشان داد هم انقباضی جهت‌دار در تمام مراحل فاز استانس بعد از یک دوره تمرین راه رفتن افزایش پیدا کرده است که این نتایج بی‌ثباتی و حرکت پذیری مفاصل را کاهش داده است که می‌توان آن را از اثرات مثبت تمرینات راه رفتن دانست (۲۰). از طرفی بلایر و همکاران (۲۰۰۱) بیان کردند که فعالیت پیاده‌روی طولانی مدت باعث افزایش سطح مقطع عضله و مویرگ‌های عضلانی

### References

1. da Rocha Fernandes J, Ogurtsova K, Linnenkamp U, Guariguata L, Seuring T, Zhang P, et al. IDF Diabetes Atlas estimates of 2014 global health expenditures on diabetes. *Diabetes Res Clin Pract* 2016;117:48–54. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.diabres.2016.04.016>.
2. Guariguata L, Whiting DR, Hambleton I, Beagley J, Linnenkamp U, Shaw JE. Global estimates of diabetes prevalence for 2013 and projections for 2035. *Diabetes Res Clin Pract* 2014;103(2):137–49. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.diabres.2013.11.002>.
3. Alenazi AM, Alqahtani BA, Vennu V, Alshehri MM, Alanazi AD, Alrawaili SM, et al. Gait speed as a predictor for diabetes incidence in people with or at risk of knee osteoarthritis: A longitudinal analysis from the Osteoarthritis Initiative. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18(9):4414. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph18094414>.
4. Xue Y, Lv Y, Tang Z, Dong J. Analysis of a screening system for diabetic cardiovascular autonomic neuropathy in China. *Med Sci Monit* 2017;23:5354–62. Available from: <http://dx.doi.org/10.12659/msm.905240>.
5. Obembe AO, Olaogun MO, Adedoyin R. Gait and balance performance of stroke survivors in South-Western Nigeria-A cross-sectional study. *Pan Afr Med J* 2014;17(Suppl 1).
6. Ellis T, Cavanaugh JT, Earhart GM, Ford MP, Foreman KB, Dibble LE. Which measures of physical function and motor impairment best predict quality of life in Parkinson's disease? *Parkinsonism Relat Disord* 2011;17(9):693–7.

- Available from:  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.parkreldis.2011.07.004>
7. Distefano G, Goodpaster BH. Effects of exercise and aging on skeletal muscle. *Cold Spring Harb Perspect Med* 2018;8(3):a029785. Available from: <http://dx.doi.org/10.1101/cshperspect.a029785>.
  8. Fujimaki S, Kuwabara T. Diabetes-induced dysfunction of mitochondria and stem cells in skeletal muscle and the nervous system. *Int J Mol Sci* 2017;18(10):2147. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/ijms18102147>.
  9. Grotle AK, Crawford CK, Huo Y, Ybarbo KM, Harrison ML, Graham J, et al. Exaggerated cardiovascular responses to muscle contraction and tendon stretch in UCD type-2 diabetes mellitus rats. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2019;317(2):H479–86. Available from: <http://dx.doi.org/10.1152/ajpheart.00229.2019>.
  10. Moore CW, Allen MD, Kimpinski K, Doherty TJ, Rice CL. Reduced skeletal muscle quantity and quality in patients with diabetic polyneuropathy assessed by magnetic resonance imaging: Muscle Quality in Diabetes. *Muscle Nerve* 2016;53(5):726–32. Available from: <http://dx.doi.org/10.1002/mus.24779>.
  11. Cao ZB, Maeda A, Shima N, Kurata H, Nishizono H. The effect of a 12-week combined exercise intervention program on physical performance and gait kinematics in community-dwelling elderly women. *J Physiol Anthropol* 2007;26(3):325–32. Available from: <http://dx.doi.org/10.2114/jpa2.26.325>.
  12. Tuomilehto J, Lindström J, Eriksson JG, Valle TT, Hämäläinen H, Ilanne-Parikka P, et al. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med* 2001;344(18):1343–50. Available from: <http://dx.doi.org/10.1056/NEJM200105033441801>.
  13. Jeon CY, Lokken RP, Hu FB, Van Dam RM. Physical activity of moderate intensity and risk of type 2 diabetes: a systematic review. *Diabetes Care* 2007;30(3):744–52.
  14. Hu FB, Sigal RJ, Rich-Edwards JW, Colditz GA, Solomon CG, Willett WC, et al. Walking compared with vigorous physical activity and risk of type 2 diabetes in women: a prospective study. *Jama* 1999;282(15):1433–9.
  15. Cannata F, Vadalà G, Russo F, Papalia R, Napoli N, Pozzilli P. Beneficial effects of physical activity in diabetic patients. *J Funct Morphol Kinesiol* 2020;5(3):70. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/jfmk5030070>.
  16. Perera S, Patel KV, Rosano C, Rubin SM, Satterfield S, Harris T, et al. Gait speed predicts incident disability: A pooled analysis. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2016;71(1):63–71. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/gerona/glv126>.
  17. Nakakubo S, Tsutsumimoto K, Kim MJ, Kurita S, Ishii H, Shimada H. Spatio-temporal gait variables predicted incident disability. *J Neuroeng Rehabil* 2020 Dec;17(1):1–7.
  18. O'Brien C, Holtzer R. Cognitive reserve moderates associations between walking performance under single- and dual-task conditions and incident mobility impairment in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2021;76(10):e314–20. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/gerona/glab178>.
  19. van den Berg MEL, Barr CJ, McLoughlin JV, Crotty M. Effect of walking on sand on gait kinematics in individuals with multiple sclerosis. *Mult Scler Relat Disord* 2017;16:15–21. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.msard.2017.05.008>.
  20. Heiden TL, Lloyd DG, Ackland TR. Knee joint kinematics, kinetics and muscle co-contraction in knee osteoarthritis patient gait. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2009;24(10):833–41. Available from:

- <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2009.08.005>.
21. Jafarnezhadgero A, Valizade-Orang A, mamashli e, Seifi-Skishahr F. Effect of aerobic training on ankle joint co-contraction in Patients with Diabetic Neuropathy during Walking. *Sci J Rehabil Med* 2020; ;10(4):712-23.
  22. Anbarian M, Esmailie H, Nejjad SEH, Rabiei M, Binabaji H. Comparison of knee joint muscles' activity in subjects with genu varum and the controls during walking and running. *J Res Rehabil Sci* 2012;8(2):298-309.
  23. Anbarian M, Sepehrian M, Nazem F, Hajiloo B. The Effect of Pedaling and Fatigue on Changes of Knee Muscles Co-contraction During Running in Triathletes. *J Sports Biomech* 2015;1(1):5-13.
  24. Blair SN, Cheng Y, Scott Holder J. Is physical activity or physical fitness more important in defining health benefits? *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2001;33(Supplement):S379-99. Available from: <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-200106001-00007>.



## EFFECT OF GAIT TRAINING ON ANKLE JOINT CO-CONTRACTION IN DIABETIC PATIENTS WITHOUT NEUROPATHY

Milad Alipour Sari Nasirloo<sup>1</sup>, Aydin Valizadeh Orang<sup>2</sup>, AmirAli Jafarnezhadgero<sup>\*3</sup>, Marefat Siahkoochian<sup>4</sup>

Received: 24 October, 2021; Accepted: 26 November, 2022

### Abstract

**Background & Aims:** Diabetes is related to dysfunction and damage of various organs, especially blood vessels, nerves, and heart. The aim of this study was to evaluate the effect of gait training on ankle joint co-contraction in diabetic patients with without neuropathy.

**Materials & Methods:** The method of the present study was quasi-experimental. The statistical

population of the present study included 24 people who were randomly and equally divided into experimental and control groups, 12 in each. The experimental group performed walking exercises for 8 weeks and the control group did not do any activity during this period. To calculate the general and directed co-contraction, first the electromyography activity of the Gastrocnemius and tibialis anterior muscles was recorded by an 8-channel electromyography device (Bio System, UK) with a surface electrode. Biometrics Data LITE software and a filter pass between 10 and 450 Hz was used to record. To normalize the electromyography signals, the root mean square (RMS) information of each muscle was divided by the maximum isometric maximum co-contraction of that muscle to normalize the data and then multiplied by one hundred. Then, the data of the two groups were statistically analyzed by two-way analysis of variance using SPSS software version 24.

**Results:** The results showed that the general co-contraction during the loading phase in the experimental group in the post-test phase increased significantly compared to the pre-test. There was a significant decrease in the experimental group compared to the pre-test group in mean directed co-contraction during loading phase ( $p = 0.001$ ), support ( $p < 0.001$ ), toe off ( $p = 0.008$ ) and swing ( $p = 0.001$ ) and was close to zero.

**Conclusion:** The results of the present study showed that gait Trainings are effective on general and directional ankle joint co-contraction in diabetic patients without neuropathy, and increased co-contraction in the ankle joint, which can have beneficial effects on joint stability during walking.

**Keywords:** Co-contraction, Diabetes, Electromyography, Gait Training

**Address:** Department of Sport Managements and Biomechanics, Faculty of Education Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

**Tel:** +984531505649

**Email:** amiralijafarnezhad@gmail.com

SOURCE: STUD MED SCI 2022; 33(4): 314 ISSN: 2717-008X

Copyright © 2022 Studies in Medical Sciences

This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

<sup>1</sup> Ph.D. Student of Sport Physiology, Department of Sport Physiology, Faculty of Education Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

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

<sup>3</sup> Associate Professor of Sport Biomechanics, Department of Sport Managements and Biomechanics, Faculty of Education Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran (Corresponding Author)

<sup>4</sup> Professor of Sport Physiology, Department of Sport Physiology, Faculty of Education Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran