Research in Sport Medicine and Technology, Volume 11 - Issue 22 / 2021

Research in Sport Medicine and Technology

Print ISSN: 2252 - 0708 Online ISSN: 2588 - 3925

Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

Effects of 12-week integrated exercise training on glycemic and peripheral sensation control in diabetic peripheral neuropathy

Masoome Heidari [1] | **Vahid Zolaktaf** *[2] | **Gholamali Ghasemi** [2] | **Shahram LenjanNejadian**[3]

1. Ph.D., Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Exercise Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran
2. Associate Professor, Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Exercise Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran
3. Assistant Professor, Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Exercise Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

Corresponding Author: Vahid Zolaktaf, v.zolaktaf@spr.ui.ac.ir

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 11 July 2020
Revised: 21 October 2020
Accepted: 15 November 2020

Keywords:
Diabetic Neuropathies, Diabetes Mellitus (Type 2), Exercise Therapy, Blood Glucose, Michigan Neuropathy Screening Instrument (MNSI)

How to Cite:
Heidari M, Zolaktaf V, Ghasemi Gh, LenjanNejadian Sh. Effects of 12-week integrated exercise training on glycemic and peripheral sensation control in diabetic peripheral neuropathy. *Research in Sport Medicine and Technology*, 2021: 11(22): 113-129.

ABSTRACT

Aim: Neuropathy control and management is an objective in therapeutic exercises prescribed for patients with Type 2 diabetic peripheral neuropathy. We examined the effects of 12-week integrated exercises (IE) on glycemic control and peripheral sensation criteria in patients with diabetic neuropathy. Methods: Based on scores of MNSI, we assigned 40 patients into two equal paired random groups (control vs. IE). Pre and post-tests were administered before and after three months of intervention for 3 sessions per week with a time of 60 minutes in the first week and gradually increased with the duration and volume of training to 90 minutes in the final session.

Results: Repeated measures ANOVA showed no significant interaction between FBS of the groups (P = .26), but significant interactions were observed between the levels of 2 hrs pp G , 4 pm G, HbA1c, Diapason, Monofilament, and Thermofeel in favor of the IE group (P <.05). Conclusion: At the beginning of the IE, we used massage and foam roller to release pain, and improve blood circulation as well as sensation in the neuropathic areas. This may have helped the patients perform the aerobic and resistance exercises more easily Therefore, better glycemic control and peripheral sensation was achieved. Verification of the long-term effects of this training strategy requires further study.

Published by Kharazmi University, Tehran, Iran. Copyright(c) The author(s) This is an open access article under e: CC BY-NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) DOI: 10.29252/jsmt.19.2.113

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-07-02]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.5.9]

پژوهش در طب ورزشی و فناوری، دوره یازدهم، شماره ۲۲، ۱۴۰۰

پژوهش در طب ورزشی و فناوری

شاپا چاپی: ۰۷۰۸-۲۲۵۲ شاپا الکترونیکی: ۳۹۲۵-۲۵۸۸

Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

تاثیر ۱۲ هفته تمرینات جامع ورزشی برکنترل قند خون و عملکرد حسی محیطی بیماران نوروپاتی دیابتی

معصومه حیدری [۱] | وحید ذوالاکتاف [۲*] | غلامعلی قاسمی [۲] | شهرام لنجان نژادیان [۳]

۱. دکتری تربیت بدنی، گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی،دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۲. دانشیار گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی،دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی،دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۳. استادیار گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی،دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی،دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

*نویسنده مسئول: **وحید ذوالاکتاف**. **v.zolaktaf@spr.ui.ac.ir**

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/٤/۲۱

تاریخ ویرایش: ۱۳۹۹/۷/۳۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۸/۲۵

واژه‌های کلیدی:

نوروپاتی دیابتی، دیابت نوع دوم، ورزش درمانی، قند خون، تست میشیگان.

ارجاع:

معصومه حیدری، وحید ذوالاکتاف، غلامعلی قاسمی، شهرام لنجان نژادیان. تاثیر۱۲ هفته تمرینات جامع ورزشی برکنترل قند خون و عملکرد حسی محیطی بیماران نوروپاتی دیابتی. پژوهش در طب ورزشی و فناوری. ۱۱ (۲۲):۱۲۹-۱۱۳.

چکیده

زمینه و هدف: کنترل و مدیریت نوروپاتی یک هدف در تمرینات درمانی است که برای بیماران مبتلا به نوروپاتی محیطی دیابتی نوع دو تجویز می‌شود. ما تاثیر ۱۲ هفته تمرین جامع بر شاخص‌های کنترل قند خون و حس محیطی بیماران نوروپاتی دیابتی را مطالعه کردیم. روش اجرا: با معیار نمره پرسشنامه میشیگان، ٤۰ بیمار بطور تصادفی جفت شده در گروه‌های تمرینی رایج و جامع قرار گرفتند. آزمون‌ها پیش و پس از سه ماه تمرین به مدت ۳ جلسه در هفته با زمان ٦۰ دقیقه در هفته ی اول آغاز و به مرور با افزایش مدت و حجم تمرین به ۹۰ دقیقه در جلسه پایانی انجام شد . یافته ها:آزمون آنوا برای داده های تکراری نشان داد قند خون ناشتا دو گروه فاقد تعامل معنادار (P ۰/۲٦=)، ولی قند خون دو ساعت پس از ناشتا ، قند خون غروب، هموگلوبین گلیکوزیله ، دیاپازون ، منوفیلامان ، و ترموفیل دارای تعامل معنادار به نفع گروه تمرین جامع بود (P۰/۰۵>). نتیجه گیری: در آغاز تمرینات جامع، از ماساژ و فوم غلتان برای کاهش درد و بهبود خونرسانی و حس مناطق نوروپاتیک استفاده شد. این احتمالا موجب شده که آنها تمرینات هوازی و مقاومتی را نیز راحت‌تر انجام دهند و بنابراین کنترل گلیسمی و حسی بهتری حاصل شد. بررسی آثار بلند مدت این راهبرد تمرینی نیاز به مطالعه بیشتر دارد.

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-07-02]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.5.9]

مقدمه

بیماری دیابت بیماری متابولیک پیچیده‌ای است که با افزایش قند خون مشخص می‌شود و به دو شکل اصلی دیابت نوع یک و نوع دو تقسیم می‌شود (۱). در بیماری دیابت سطح بالای قندخون و اختلالات متابولیکی[1] منجر به عوارض متعددی از جمله افزایش فشارخون و چربی خون، مشکلات انعقادی، اختلالات کلیوی، اختلالات بینایی، اختلال در عملکرد اعصاب و بیماریهای قلبی- عروقی می‌شود. تنها ۵ الی ۸ درصد جمعیت افراد دیابتی، دارای دیابت نوع یک هستند و مابقی افراد مبتلا به دیابت نوع دو هستند (۲). دیابت نوع دو، نوعی اختلال متابولیکی است که در نتیجه ناکارایی در ترشح یا عملکرد انسولین یا هر دوی آنها رخ می‌دهد (۳). از علل ابتلا به دیابت نوع دو می‌توان به ژنتیک و سبک زندگی غلط (غذاهای پرکالری، تحرک پایین و چاقی) اشاره کرد (٤). طبق برآوردهای موجود در سال ۲۰۱۱ بیش از ۳٦٦ ملیون نفر در سراسر جهان مبتلا به دیابت بوده و این تعداد تا سال ۲۰۳۰ به ۵۵۲ ملیون نفر خواهد رسید (٤). بر اساس جدیدترین گزارش اطلس فدراسیون جهانی دیابت در سال ۲۰۱۱ میزان شیوع دیابت در ایران، ۵/۹۷ درصد بود که معادل با میزان جمعیت ٤/٦ میلیون نفر است (۵). پیش بینی می‌شود این میزان به ۱۲/۱۹ درصد و جمعیت ۳۷/ ۹ میلیون نفر در سال ۲۰۳۰ افزایش یابد (۵). نوروپاتی دیابتی یکی از شایعترین عوارض بلند مدت دیابت است که حداقل ٤۰ درصد مبتلایان به دیابت نوع دو را درگیر می‌کند و شیوع آن با پیشرفت دیابت و سابقه‌ی ابتلا به این بیماری بیشتر می‌شود (٦). نوروپاتی دیابتی ناهمگن بوده و قسمتهای مختلفی از سیستم عصبی را تحت تأثیر قرار می‌دهد که در نتیجه با توجه به محل و نوع الیاف عصبی درگیر تظاهرات بالینی مختلفی بروز می کند. از میان نوروپاتیهای دیابتی، نوروپاتی مزمن حسی حرکتی متقارن انتهایی[2] یاپلی نوروپاتی محیطی– دیابتی[3] از همه شایعتر است (۷). مشخصه نوروپاتی دیابتی محیطی، اختلال در جریان خون و تخریب پیشرونده الیاف عصبی است که عملکرد عصب را از محیط به سمت مناطق بالاتر مختل می‌سازد (۸). یکی از تظاهرات نوروپاتی دیابتی افزایش بی‌ثباتی و اختلال کنترل وضعیت است که به دلیل اختلال در عملکرد حس عمقی سیستم حسی-پیکری به وجود می‌آید. منبع اصلی اطلاعات این سیستم در حفظ و تنظیم کنترل وضعیت، آورانهای حس عمقی هستند که از اندام تحتانی به خصوص ساختارهای اطراف مچ پا سرچشمه می‌گیرند. در افراد مبتلا به نوروپاتی دیابتی فقدان و یا تخریب آورانهای اندام تحتانی باعث آتاکسی حسی می‌شود، به معنای از بین رفتن بازخوراند دقیق حس عمقی از اندام تحتانی، که در نتیجه منجر به بی‌ثباتی وضعیتی این افراد می‌گردد.

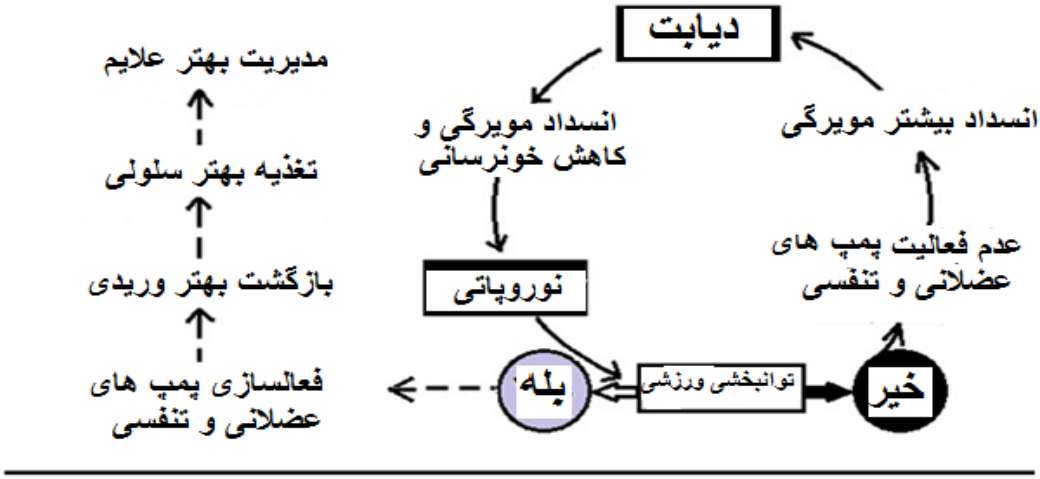
در مراحل پیشرفته بیماری دیابت، مبتلایان به نوروپاتی از عوارضی چون سوزن سوزن شدن و گرفتگی در پاها و دستها، کاهش و فقدان حس، عدم تعادل، و زخم پا شکایت دارند که همگی خطر قطع پا را افزایش می‌دهند (۹). کاهش حس عمقی باعث کاهش ثبات پوسچرال شده و این احتمال افتادن تصادفی بیماران مسن نوروپاتی دیابتیک را ۱/۵ برابر افزایش

1. Metabolic disorders
2. Distal Symmetrical Neuropathy (DSN)
3. Diabetic Poly Neuropathy (DPN)

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-07-02]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.5.9]

می‌دهد، یعنی از ۳۰ درصد در افراد مسن سالم به ۷۸ درصد در آن ها افزایش می‌دهد (۱۰). بنابراین به نظر می‌رسد کاهش حس عمقی در بیماران مبتلا به نوروپاتی محیطی دیابتی منجر به کاهش تعادل عملکردی و در نتیجه مشکلات حرکتی برای فعالیتهای روزانه زندگی آنها شود. در سالهای اخیر مطالعاتی روی اختلالات تعادل ناشی از نوروپاتی دیابتی انجام شده که وجود اختلال در این پارامترها را تایید کرده‌اند (۱۴-۱۱). همچنین، مطالعات کیفیت زندگی حاکی از کاهش سطح کیفیت زندگی آنهاست که خود می‌تواند ناشی از عوارض جسمانی این بیماری باشد (۱۷-۱۵). امروزه مزایای استفاده از ورزش و فعالیت بدنی برای کنترل و مدیریت غیر دارویی دیابت نوع دو به خوبی مستند شده‌است، اما در رابطه با کنترل عوارض نوروپاتی توسط ورزش مطالعات کمی انجام شده‌است. تمرینات ورزشی باعث بهبود مقاومت انسولینی و افزایش حساسیت انسولینی در افراد دیابتی می‌شود (۱۸). در مطالعات پیشین، مداخلات ورزشی متنوعی جهت کاهش خطر افتادن به دلیل بر هم خوردن تعادل در بیماران نوروپاتی دیابتی به کار رفته است. نتایج این پژوهش‌ها حاکی از این است که تمرینات ورزشی توانسته است برخی شاخص‌های مربوط به تعادل همچون قدرت عضلات پا، زمان واکنش، نوسان وضعیتی، اعتماد به نفس وابسته به تعادل و خطرافتادن را بهبود بخشد(۱۹). برخی‌مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات تعادلی- قدرتی بهبود بیشتری در تعادل و عملکرد این بیماران به وجود می‌آورند (۲۱-۱۹). همچنین گزارش شده است تمرینات هوازی عملکرد حرکتی، تعادل پویا، وکیفیت زندگی این بیماران را بهبود می‌دهد (۲۲). به هرحال، بخشی از بیماران دیابتی، با گذشت زمان و پیشرفت بیماری وارد فاز نوروپاتی می‌شوند و درد شدید پا و فقدان حس حرکت توانایی ایستادن و انجام تمرینات معمول هوازی و یا استقامتی را از آنها سلب می‌کند. برای این بیماران نیاز است قبل از ایجاد مشکلات جدی در پا، تمهیدی اندیشیده شود. این خلایی است که در مطالعات پیشین مشهود است. ما معتقدیم بخش مهمی از تمرین و برنامه ورزشی بیماران نوروپاتیک باید متوجه عوارض نوروپاتی آنها باشد. چون نوروپاتی میل به ایستادن و رغبت به تحرک را از بین می برد و احتمالاً بیمار را وارد سیکل معیوب بیماری می‌کند. در شکل ۱ نشان داده شده است که وجود یک برنامه توانبخشی ورزشی موثر و عوارض حرکتی نوروپاتی چگونه ممکن است این چرخه معیوب را بشکند.



شکل ۱. چرخه ی معیوب دیابت و نوروپاتی و چگونگی شکسته شدن آن به وسیله ی توانبخشی ورزشی

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-07-02]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.5.9]

در حال حاضر در مدیریت ورزشی دیابت نوع دو، به طور معمول توصیه می شود که ورزش هوازی بهترین گزینه برای مدیریت عوارض قند خون دیابت نوع دو باشد (۲۳-۲٤). شواهد نیز این توصیه را پشتیبانی می‌کند (۲۵)، با این وجود، ما معتقدیم که ورزش هوازی به تنهایی برای این بیماران کافی نیست و برنامه‌ی توانبخشی ورزشی ویژه دیابت نوع دو باید همه جانبه‌نگر باشد، مثلا علاوه برهوازی بودن باید عواملی مثل کنترل درد اندام های نوروپاتیک، انعطاف، قدرت و استقامت عضلانی، تعادل، و هماهنگی عصبی عضلانی را نیز در نظر داشته باشد. پیشنهاد شده است برای افزایش بهبودی شاخص‌های تعادلی می‌بایست تمرینات مقاومتی را نیز در برنامه‌ی درمانی گنجاند (۲٦). آکادمی ملی پزشکی ورزشی[٤] معتقد است که ورزش‌های اصلاحی بهتر است دارای چهار بخش رهاسازی مایوفاشیال[٥]، کشش[٦] فعال سازی[۷] و انسجام[۸] باشد تا بتواند به ترتیب به کنترل درد و بهبود انعطاف، قدرت، و هماهنگی عصبی – عضلانی، بیانجامد (۲۷).

در رابطه با بیماران نوروپاتی چند پرسش مطرح است: ۱. آیا لازم است خود مشکل پای نوروپاتیک را به طور ویژه برای برنامه‌ی تمرینی هدف قرار داد؟ ۲. اگر بله، برای هدف کردن مشکل پای نوروپاتیک چه می توان کرد؟ ۳. اگر خیر، بدون توجه به پای نوروپاتیک اگر برنامه‌ی ورزشی همانند افراد دیابتی غیر نوروپاتیک اجرا شود، آیا بیمار قادر خواهد بود و انگیزه خواهد داشت که علی رغم عدم وجود حس و وجود درد برنامه را به طور دراز مدت ادامه دهد؟ ما در تحقیق خود، با تمرینات رهاسازی درد توسط فوم غلتان و خود ماساژی و دیگر تمرینات پروتکل تمرینی سعی در مهار مشکل نوروپاتی داشتیم.

در این تحقیق، آزمایش می‌شود که در مقایسه با یک پروتکل تمرین هوازی رایج، یک پروتکل تمرینی جامع که تمرینات هوازی را با تمرینات NASM ترکیب نموده است تا چه حد بهتر مشکلات خاص بیماران دیابتی نوروپاتی را مدیریت می‌کند. در طراحی تمرینات، توجه شده که تمریناتی انتخاب شوند که افراد غیر ورزشکار بزرگ سال بتوانند آنها را به آسانی و به صورت مستقل و بدون نیاز به تجهیزات خاص و گران قیمت در منزل انجام دهند. هدف از این تحقیق آن است که تاثیر ۱۲ هفته تمرینات جامع ورزشی بر چهار شاخص کنترل قند خون[۹] (قند ناشتا، قند دوساعت پس از ناشتا، قند غروب و شاخص هموگلوبین گلیکولیزه) و سه شاخص حس محیطی[۱۰] (آزمون های دیاپازون، مونو فیلامان، و ترموفیل) پای بیماران نوروپاتی دیابتی نوع دوم مطالعه شود.

4. National Academy of Sports Medicine (NASM)
5. Self- myofascial release
6. Lengthening
7. Activation
8. Integration
9. glycemic control criteria
10. peripheral sensation

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-07-02]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.5.9]

روش شناسی پژوهش

تحقیق حاضر یک مطالعه‌ی تجربی تصادفی بود که در کمیته‌ی اخلاق دانشگاه اصفهان به تصویب رسیده است (کد اخلاق IR.UI.RCE.1397.102). در آغاز مطالعه، همه‌ی مشارکت جویان فرم رضایت آگاهانه را امضا نمودند.

مشارکت جویان[11]: نمونه‌ی مطالعه شامل ۴۰ بیمار زن ۴۵ تا ۶۰ ساله مبتلا به دیابت نوع دوم با سابقه ی ابتلای بیش از ۱۰ سال به تشخیص پزشک متخصص بود. شرط ورود به مطالعه کسب حداقل نمره در بخش های پرسشنامه‌ای و حسی آزمون میشیگان بود (۲۸ و ۲۹). نحوه ی اجرای آزمون میشیگان و نمره دهی به آن مطابق با دستورالعملی انجام شد که فلدمن و همکاران بیان نموده‌اند (۲۹). مشارکت جویان به صورت تصادفی جفت شده با معیار نمره ی آزمون میشیگان در دو گروه ۲۰ نفره ی شاهد و تجربی[12] قرار گرفتند. شرایط حذف از تحقیق عبارت بود از عدم تمایل به ادامه مشارکت، بروز مشکلات پزشکی مانع از مشارکت، و غیبت در بیش از یک سوم جلسات تمرینی. بر این اساس، گروه تجربی دارای دو افت[13] و گروه شاهد بدون افت مشارکت‌جو بود.

برنامه ی تمرینی گروه شاهد: به کلیه بیماران مراجعه‌کننده به مرکز توانبخشی دیابتی در مورد لزوم تمرین برای آنها توضیح داده‌شد و دستور دادند که چگونه یک جلسه پیاده‌روی یک ساعته بدون نظارت، سه بار در هفته تمرین کنند. هر جلسه شامل ۱۰ دقیقه تمرین گرم کردن پویا، یک مسافت ۴۰ دقیقه پیاده روی در فضای باز و ۱۰ دقیقه کشش جهت سرد کردن بدن بود. علاوه بر این، به آنها گفته شد که مسافت پیاده روی را حدوداً پنج درصد در ماه افزایش دهند. هر ماه، با اعضای گروه کنترل مصاحبه می کردیم تا بدون هیچ گونه دخالت در آنچه اتفاق می افتد، بر آنچه در عمل انجام می‌شود نظارت شود. به طور کلی، کلیه بیماران پروتکل ورزش تجویز شده خود را چندین بار امتحان کرده و به دلیل درد و ناراحتی در پاها، کسل شدن، تنهایی و یا کمبود انرژی / انگیزه، آن را ترک کردند. هیچ کس حتی دو هفته رژیم تمرینی را کاملاً امتحان نکرد. بدین جهت، گروه کنترل به عنوان یک گروه بدون ورزش فرض می شود، متشکل از افرادی که می‌دانند ورزش برای سلامتی آنها ضروری است، اما قادر به انجام این کار نبودند.

برنامه ی تمرینی گروه تجربی: یک دوره ۱۲ هفته ای که سه جلسه ۶۰ تا ۹۰ دقیقه ای در هفته را شامل می‌شد. این برنامه منطبق بر پروتکلی بود که درجدول ۱ توضیح داده شده‌است، حداکثر بار در تمرینات متناسب با سطح آمادگی جسمانی همهٔ افراد تنظیم شده و دستورالعمل کلی این بود که هیچ‌کس نباید در حین یا پس از تمرین احساس درد یا ناراحتی کند.

11. participants
12. Control and experimental groups
13. Drop off

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-07-02]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.5.9]

جدول ۱. پروتکل تمرینی گروه تجربی

گرم کردن۱ ۱۲ دقیقه	رها سازی۲ ۸-۱۶ دقیقه	انعطاف پذیری۳ ۱۱ دقیقه	فعال سازی٤ ۱٦ دقیقه	انسجام بخشی٥ ۰-۱۸ دقیقه	سرد کردن٦ ٦ دقیقه
تمرینات راه رفتن (وضعیت آرنج نیمه خم)	غلت روی فوم غلتان یا توپ تنیس با پای برهنه	کشش های ایستا	تمرینات گام تعادلی با پای برهنه با یا بدون وزنه	حرکات ترکیبی با استفاده از فیزیوبال، استپ، تراباند، و وزنه	حرکات ریلکسی یوگا
۱. جلو/عقب با فلکشن/اکستنشن دست	۱. پشت ساق روی فوم	۱. کشش ایستاده همسترینگ (دو پا)	۱. پاشنه به پنجه	۱و۲. ایستادن تک پا و جابجا کردن توپ بین دست ها	تنفس ساما ویرتی
۲. جلو/عقب با ابداکشن/اداکشن دست	۲. کف پا به جلو عقب روی فوم	۲و۳. کشش پشت ساق و پلنتار (چپ و راست)	۲. پاشنه به پنجه با حمل یک وزنه	۳و٤. کرانچ متقاطع ایستاده زانو با دمبل	تنفس شکمی
۳. از پهلو با فلکشن/اکستنشن دست	۳. کنار خارجی پا به جلو عقب روی فوم	٤و٥. کشش جانبی هیپ (چپ و راست)	۳. پا اردکی	٥و٦. نشستن روی فیزیوبال و پاس توپ به یار	تنفس نادی شدانا
٤. از پهلو با ابداکشن/اداکشن دست	٤. کنار داخلی پا به جلو عقب روی فوم	٦و۷. کشش ایستاده اداکتورها (چپ و راست)	٤. پا اردکی با حمل یک وزنه	۷و۸. نشستن روی فیزیوبال وباز کردن ساق یک پا	آرام سازی پیشرونده عضلانی
٥. جلو/عقب روی پنجه	٥. کف پا به جلو عقب روی توپ تنیس	۸. کشش پاباز اداکتورها (دو پا)	٥. پا پنگوئنی	۹. نشستن روی فیزیوبال و غلتاندن آن به جلو و عقب	
٦. جلو/عقب روی پاشنه	٦. اینورژن اورژن روی توپ تنیس	۹و۱۰. کشش خوابیده همسترینگ با تراباند (چپ و راست)	٦. پا پنگوئنی با حمل یک وزنه	۱۰و۱۱. نشستن روی فیزیوبال و رساندن متقاطع دست به پا	
	۷. پمپ پاشنه روی توپ تنیس	۱۱. کشش پشت ساق با پارچه (دو پا)	۷. پای اینورژن	۱۲. بلند کردن پاشنه روی استپ (با وزنه)	
	۸. خمش سینه پا روی توپ تنیس		۸. پای اینورژن با حمل وزنه		

٤ و ۱. زمان هر سبک راه رفتن ۲ دقیقه. هر نفر با توجه به توانایی خود مقداری از مسیر را خاص و بقیه را معمولی راه می رفت. هر دو هفته یک بار ۱۰ درصد به مسافت سبک فرد اضافه می شد.

۲. هر تمرین رهاسازی در۵ ست (هرست ٦ ثانیه کشش ٦ ثانیه استراحت) انجام می شد. هر دو هفته یک بار ۲ ثانیه به زمان کشش اضافه می شد.

۳. هر کشش در ۵ ست (هر ست ٦ ثانیه کشش و ٦ ثانیه استراحت) انجام می شد. حرکت تا ROM بدون درد انجام می شد. هر دو هفته یک بار مقداری به ROM حرکت اضافه می شد.

۵. هفته های ٤-٦، ۷-۹، و ۱۰-۱۲ به ترتیب دارای یک، دو و سه ست ٦-۸ تکرار بود. هر ست با استراحت پس از آن ۳۰ ثانیه به طول می انجامید.

٦. هر نوع تنفس یک دقیقه. ریلکس سازی سه دقیقه.

زمان کل تمرین: هفته اول ٦۰ دقیقه (۵۳ دقیقه فعال)، هفته دوازدهم ۹۰ دقیقه (۷۹ دقیقه فعال)

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-07-02]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.5.9]

آزمون ها: تمام آزمون ها یک بار در آغاز برنامه ی تمرینی و مجددا در پایان دوره ی سه ماهه ی تمرینی انجام گرفت. عوامل اندازه گیری شده به قرار زیر بود:

آزمایش های خون: اندازه گیری فاکتورهای خونی شامل قند خون نا شتا[14]، قند خون دو ساعت بعد از نا شتا[15]، قند خون عصر[16] و A1c[17] بود. این آزمایش ها برای همه ی بیماران در یک آزمایشگاه معتبر بیمارستانی انجام شد. کیت مورد استفاده جهت اندازه گیری قند خون پارس آزمون با LOT number 97011 و تاریخ اعتبارپایان سال ۲۰۲۰و کیت مورد استفاده جهت اندازه گیری A1c بایرکس فارس با LOT number 991766 و تاریخ اعتبار دی ماه ۱۴۰۰ بود.

آزمایش های حسی: این آزمون ها شامل آزمون های فشار، لرزش، و حرارت بود که در ادامه هر یک جداگانه توضیح داده می‌شوند.

آزمون فشار: این آزمون توسط ابزاری به نام مونوفیلامان[18] اندازه گیری شد. ما از مونوفیلامان های ۱۰ گرمی برند GIMA ساخت ایتالیا استفاده کردیم. مونوفیلامان رشته ای پلاستیکی و قابل انعطاف است که با فشار خم شده، و نیرویی معادل وزن خود به پوست وارد می کند. آزمونگر بر ۱۰ نقطه استاندارد پا (مطابق شکل ۲) فشار وارد کرده و بود یا نبود احساس فشار را از بیمار می‌پرسد. عدم درک فشار مونوفیلامان در سه نقطه یا بیشتر به عنوان معیار آسیب اعصاب حسی در نظر گرفته شد (۳۰).

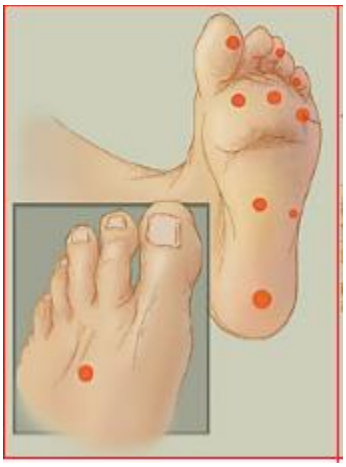
آزمون لرزش: این آزمون توسط ابزاری به نام دیاپازون اندازه گیری شد. ما از دیاپازون ۱۲۸ هرتز[19] سرجیکون ساخت آلمان استفاده کردیم. دیاپازون ابزاری فلزی دارای یک تنه و دو شاخه است که با وارد شدن ضربه به یکی از شاخه‌ها دچار لرزش می‌شود. ما پس از ایجاد لرزش در دیاپازون با قرار دادن پایه‌ی آن روی متاتارس اول [20]، از بیمار می خواستیم تا پایان حس لرزش را اعلام نماید. فاصله ی زمانی اعلام پایان لرزش توسط بیمار تا درک پایان لرزش توسط آزمونگر ملاک نمره دهی به تست بود. نام این شاخص « زمان عدم حس لرزش» می باشد و هر چه مقدار آن کمتر باشد نشانه ی قوی تر بودن حس لرزش است.

آزمون حرارت: این آزمون توسط ابزاری به نام ترموفیل[21] اندازه گیری شد. ما از ترموفیل GIMA ساخت ایتالیا استفاده کردیم. این وسیله دارای دو سر سرد وگرم است که ارزیابی ادراک حسی بیمار از گرما یا سرما را ممکن می‌کند. در این تست ۱۰ نقطه پا به صورت تصادفی سرد وگرم می شد و از بیمار خواسته می شد تا احساس خود را پس از لمس بیان نماید. نمره فرد معادل تعداد تشخیص های درست او از ۱۰ آزمایش بود.

14. Fast blood sugar
15. Two- Hour Postprandial Glucose
16. 4pm glucose test
17. Hemoglobin A1c test
18. monofilament
19. 128-Hz tuning fork
20. dorsum of the great toe
21. Thermo feel

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-07-02]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.5.9]



شکل ۲. نقاط استاندارد مربوط به آزمون فشار

تحلیل آماری: تحلیـــــل داده ها با SPSS نسخه‌ی ۲۳ انجام شد. از آزمون آنوا برای داده های تکراری در سطح اطمینان ۰/۰۵ برای تحلیل استنباطی داده ها استفاده شد.

یافته‌ها

جدول ۲ اطلاعات مربوط به خصوصیات جمعیت شناسی مشارکت جویان را نشان می دهد. مطابق این جدول، در هیچ یک از شاخص‌های جمعیت شناسی بین دو گروه تفاوت معناداری مشاهده نشد(P>۰/۰۵). شکل ۳ نیز نمودارهای خطی مربوط به تحلیل واریانس برای داده های تکراری در هفت شاخص تحقیق را نشان می‌دهند. به طور خلاصه، شاخص خونی قند خون ناشتا برای دو گروه تعامل معنادار نداشت (P=./۲٦)، ولی در سه شاخص دیگر خونی شامل قند خون ۲ ساعت پس از ناشتا، قند خون غروب، و هموگلوبین گلیکوزیله بین دو گروه تعامل معنادار با ضرایب اتا اسکوور ۰/۱۰ ، ۰/۱۰، و ۰/۱۳ مشاهده گردید (P<۰/۰۵). همچنین در هر سه شاخص حس محیطی شامل دیاپازون، مونوفیلامان، و ترموفیل بین دو گروه تعامل معنادار با ضرایب اتا اسکوور ۵۰/.، ۰/٤٤، و ۰/۱۵ مشاهده گردید (P<۰/۰۵).

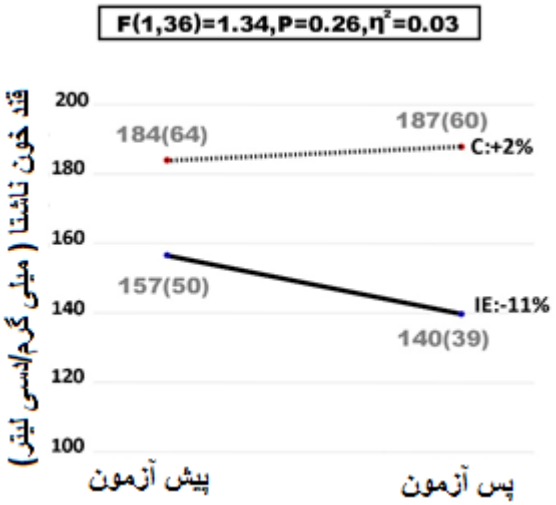
جدول ۲. میانگین (انحراف استاندارد) جمعیت شناسی مشارکت جویان

عامل	گروه کنترل(تمرینات رایج)	گروه تجربی(تمرینات جامع)	تست تی استیودنت
سن(سال)	۵۷/۹۵ (٤/۵٦)	۵٤/٤٤ (٦/۱۲)	۳٦,۲ /۰۲ (۰/۰۵۱)
وزن(کیلوگرم)	۷٤/۰۰ (۸/۵٦)	۷۹/۹۷ (۱۵/۷٤)	۳٦,۱ /٤۷ (۰/۱۵۰)
قد(سانتی متر)	۱۵۷/٤۵ (٦/۷٦)	۱۵۸/۰۰ (۷/٦۲)	۳٦,۰ /۲٤ (۰/۸۱٤)
شاخص توده ی بدنی(کیلوگرم بر متر مربع)	۲۹/۹۳ (۳/۷۱)	۳۲/۰۵ (۵/۷۷)	۳٦,۱ /۳٦ (۰/۱۸۲)
پرسشنامه میشیگان(۱-۱۵)	۸/۱۰ (۲/٤۷)	۸/۱۳ (۱/۵۸)	۳٦,۰ /۰٤ (۰/۹٦۵)

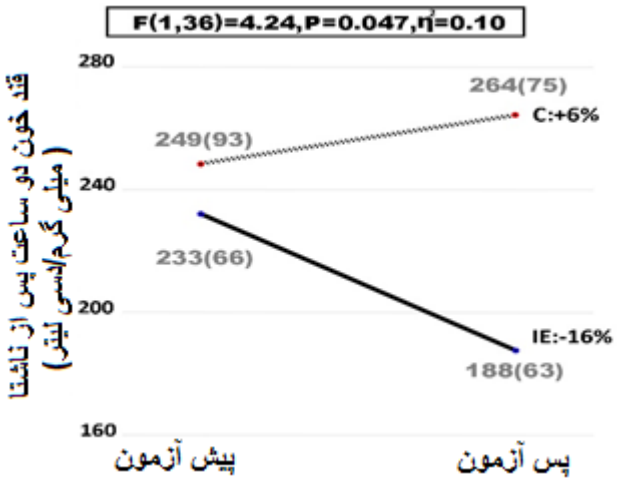
[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-07-02]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.5.9]

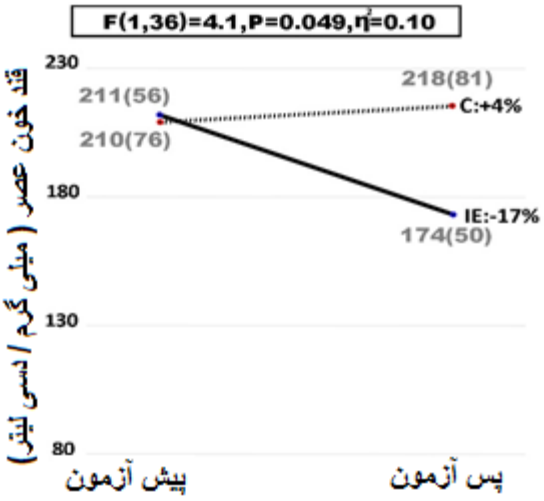
تست فیزیکی میشیگان(۱-۱۰)	٤/٤٨ (۱/۲۵)	٤/٤٧ (۱/۳۱)	۳٦,۰ /۰۲ (۰/۹۸۱)
Mean : میانگین، SD : انحراف استاندارد، df: درجه آزادی، sig : سطح معنی داری			



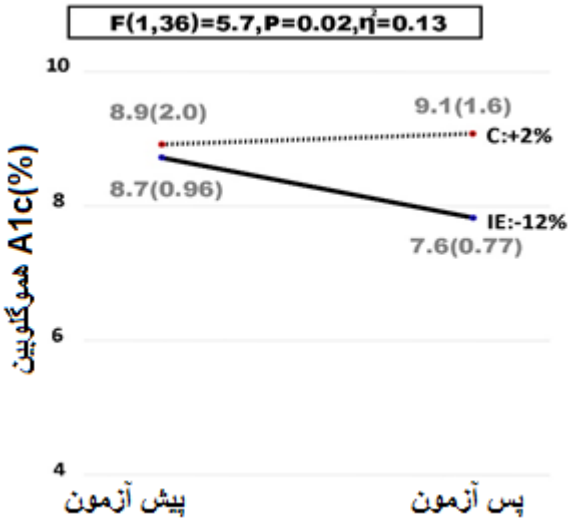
3a



3b



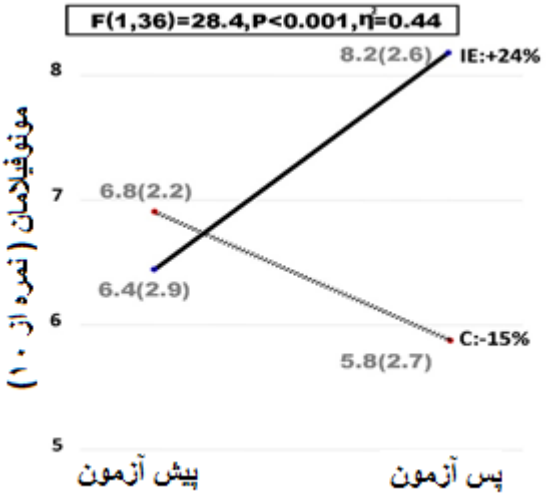
3c



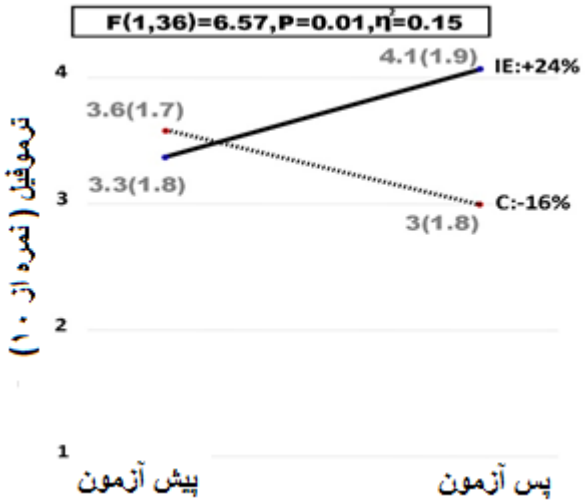
3d

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-07-02]

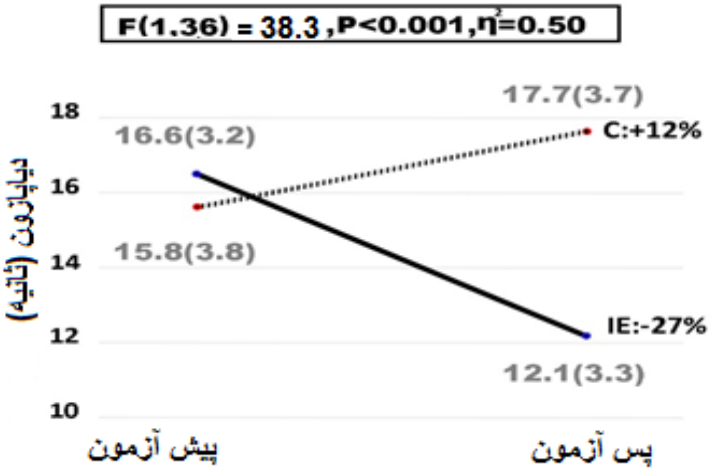
[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.5.9]



3e



3f



3g*

IE:گروه تمرینات جامع، C :گروه کنترل، % :درصد پیشرفت ((پس آزمون – پیش آزمون)/پیش آزمون)

*کمتربودن مقدار این شاخص نشانه ی قوی تر بودن حس لرزش است

شکل ۳. نمودار خطی ۷ تحلیل آماری تحقیق توسط آنوا برای داده های تکرار شده. هر تحلیل به ترتیب توسط حروف الفبا نشان داده شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

کنترل و مدیریت نوروپاتی یک هدف در تمرینات درمانی است که برای بیماران مبتلا به نوروپاتی محیطی دیابتی نوع دو تجویز می‌شود. ما تاثیر ۱۲ هفته تمرین جامع بر شاخص‌های کنترل قند خون و حس محیطی بیماران نوروپاتی دیابتی را مطالعه کردیم. بیماران این مطالعه علاوه بر دیابت نوع دو مبتلا به نوروپاتی نیز بودند، به همین دلیل، یک برنامه‌ی توانبخشی

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-07-02]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.5.9]

ورزشی همه جانبه‌نگر برای آن‌ها تدوین شد. این برنامه در درجه‌ی اول معطوف به کنترل مشکل درد و نقص حرکتی ناشی از نوروپاتی پاها بود. چون تنها در صورت موفق بودن این قسمت از برنامه ی ورزشی، امکانی فراهم می شود تا بیماران بتوانند تمرینات انعطاف، قدرت و استقامت عضلانی، تعادل، و هماهنگی را به صورت هوازی[۲۲] در یک بازه‌ی زمانی حدود ٦٠ تا ۹۰ دقیقه‌ای به انجام برسانند. نتایج تحقیق نشان داد که این رویکرد خاص تمرینی هم روی هر دو نوع شاخص های قند خون و هم روی شاخص‌های حسی اثر مثبت دارد. تنها استثنا عامل قند خون ناشتا بود که در آن تعامل معناداری بین دو گروه مطالعه مشاهده نشد. مطالعات قبلی در مورد بیماران دیابتی نوروپاتیک از پروتکلهای ورزشی مختلف استفاده کرده است. با وجود این، آنها بیشتر از تمرینات هوازی به عنوان مؤلفه اصلی پروتکل ورزش استفاده کرده‌اند و از پارامترهای خونشناسی به عنوان معیار اصلی برای بررسی اثربخشی مداخله استفاده می‌کنند. چرچ و همکاران (۲۰۱۰) تاثیر سه نوع تمرین هوازی، مقاومتی و ترکیب آنها به مدت نه ماه را روی سطوح هموگلوبین A1c بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که تمرینات ترکیبی در مقایسه با هر یک ازتمرینات هوازی و مقاومتی اثر مطلوب تری دارد (۳۱). همچنین، لی و همکاران (۲۰۱۳) نشان داده‌اند ترکیب تمرینات تعادلی و ویبریشن کل بدن بر هموگلوبین گلیکوزیله بیماران نوروپاتی دیابتی اثر مطلوب دارد (۳۲). هیروساکی و همکاران (۲۰۱۳) با تحقیق بر تأثیر برنامه سه ماهه خندیدن و ورزش هفتگی یک بار در سالمندان گزارش کردند که HbA1c به طور قابل توجهی کاهش یافته‌است (۳۳). اسنولینگ و هاپکینس با تجزیه و تحلیل ۲۷ کارآزمایی کنترل شده تصادفی به منظور بررسی تأثیر حالتهای مختلف تمرین ورزشی بر اقدامات گلوکز در سالمندان دیابتی، گزارش دادند که همه اشکال تمرینات ورزشی در HbA1c مزایای کمی دارند و این اثرات مشابه درمان های رژیم غذایی، دارویی و انسولین است (٣٤).

با وجود اینکه یافته های ذکر شده در خصوص کنترل گلیسمی و تحقیقات دیگر انجام شده در این خصوص (۳۱-۳۵) مشابه یافته‌های تحقیق ما است، هنوز مشخص نیست که اگر بیماران آن مطالعات دارای پای نوروپاتیک بودند، آیا هنوز هم می‌توانستند به پروتکل های ورزشی پایبند باشند. همچنین در آن مطالعات، مشکل نوروپاتی این بیماران به طور مستقیم توجه نشده‌است و اثر تمرینات بر شاخص‌های نوروپاتی نیز اندازه گیری یا گزارش نشده است. در بیشتر این نوع تحقیقات، علی رغم بهبود بیشتر شاخص‌های قند خون، به مانند تحقیق ما قند خون ناشتا بهبود نیافته‌است. دلیل آن است که عوامل متعددی مثل تغذیه ی فرد در شب قبل آزمایش، استرس، و میزان دوز دارو بر میزان قند خون ناشتا تاثیر دارد. از طرفی دیگر، همه‌ی افراد قبل از آزمایش حدود ٦ ساعت و بیشترخوابیده اند و فعالیت های طول روز نمی تواند اثر زیادی بر شاخص های خونی در حین خواب داشته باشد. در حالت درازکش فقط نیاز های متابولیسم پایه برطرف می شود وحتی کیفیت خواب نیز اثر چندانی بر این موضوع ندارد. در تحقیق ما، همچنین نشان داده‌شد که شاخص‌های خونی در گروه تمرینات جامع (۱۱ تا ۱۷ درصد پیشرفت) نسبت به گروه کنترل (۲ تا ٦ درصد پسرفت) به طور معناداری بیشتر بهبود یافت. این احتمالاً می‌تواند ناشی از این واقعیت باشد که تمرینات رهاسازی درد در گروه تمرینات جامع باعث شده تا

22. aerobic

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-07-02]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.5.9]

افراد نگرش بهتری نسبت به ورزش و احساس بهتری نسبت به شرایط جدید اندام تحتانی خود داشته باشند. این به نوبه خود، ممکن است به شرکت‌کنندگان کمک کند تا احساس سرزندگی و اشتیاق بیشتری برای انجام تمرینات خود و ایجاد نگرش بهتری نسبت به زندگی به طور کلی داشته‌باشند و موجب شود که افراد با حس بهتری از خواب بیدار شده و سراغ تمرینات خود بروند. در نقطه مقابل، درگروه کنترل، به دلیل درد ناشی از نوروپاتی نوروپاتی همراه با تنهایی و موانع محیطی مانع از شرکت کنندگان در پیگیری رژیم ورزشی خود می‌شد که ممکن است منجر به وخیم‌تر شدن شاخص های هماتولوژیک آنها شود. مشاوره در مورد فعالیتهای بدنی به تنهایی با بهبود کنترل قند خون در بیماران دیابتی نوع ۲ همراه نیست (۳۵). همان اثرات وخیم کننده در گروه کنترل نیز در برخی مطالعات دیگر (۳۱ ، ۳٦) مشاهده شد. به همین دلایل، احتمالا گروه تمرینات جامع تمایل بیشتری برای تداوم تمرینات در دراز مدت، و عادت به ورزش و یافتن سبک زندگی فعال[۲۳] پیدا می‌کنند. در این مطالعه ما به این موضوع نپرداختیم، اما این موضوع به قدری ارزشمند است که توصیه می‌شود در مطالعات آینده پیگیری‌های ضروری در فاصله‌های سالانه به صورت ادواری انجام پذیرد.

در شاخص‌های حسی میشیگان، هر سه شاخص حس محیطی از جمله دیاپازون، مونوفیلامان و ترموفیل، تعامل معنادار (٢٤ تا ٢٧ درصد پیشرفت در گروه تمرینات جامع و ١٢ تا ١٦ درصد پسرفت در گروه کنترل) به نفع گروه تمرینات جامع وجود داشت ($P<.05$). کلودینگ و همکاران (۲۰۱۲) اثربخشی یک برنامه تمرینی هوازی و مقاومتی نسبتاً شدید در افراد دارای نوروپاتی محیطی دیابتی بررسی کردند و گزارش داده‌اند که مداخله ورزشی می‌تواند علائم نوروپاتیک، عملکرد اعصاب و عصب‌دهی را بهبود بخشد (۳۷). اهن و سانگ (۲۰۱۲) گزارش کردند که تمرینات تای چی علاوه برکنترل قند، بر نمرات نوروپاتی و علایم نوروپاتی تاثیر مثبت دارد (۳۸). همچنین، دیکسیت و همکاران (٢٠١٤)گزارش کردند که تمرینات هوازی علایم نوروپاتی و عملکرد اعصاب محیطی را بهبود می‌دهد (۳۹). این یافته‌ها مشابه یافته‌های ما است. نوروپاتی دیابتی یک اختلال پیش‌رونده تدریجی است، ولی عدم تحرک روند آن را تسریع می‌کند. چون عدم تحرک موجب از کار افتادن پمپ‌های تنفسی و عضلانی می‌شود که تنها مکانیسم های معمول بازگشت وریدی هستند (٤٠ و ٤١). توقف بازگشت وریدی مسیر خونرسانی اندام‌ها را مسدود کرده و این خود موجب تورم بافتی و فشارمضاعف بر مویرگ‌ها شده و مسیر مویرگی بیشتر مسدود می‌شود (٤١). قطع خون‌رسانی به نرون های عصبی موجب تغذیه و تنفس ناکافی آن‌ها شده و بتدریج اعصاب را دچار فرسایش می‌کند. در مجموع، در بیماران دیابتی، به دلیل تصلب شریان‌ها و مویرگ‌ها، خون‌رسانی به عضلات و اعصاب اندامی و بخصوص پاها دچار مشکل شده است. با ورزش پمپ تنفسی و عضلانی شروع به کار کردن می کنند و جریان خون بهتر می شود و به احتمال زیاد علت اصلی بهبود حواس در بیماران همین اثر بوده‌است. وجه تمایز مطالعه‌ی ما با مطالعات قبلی در آن است که ما قبل از تمرینات هوازی، تمرینات اختصاصی رهاسازی درد و ماساژ نیز داشته‌ایم. این تمرینات احتمالاً با باز نمودن رگ‌های موضعی پا احساس[۲٤] را بهتر نموده و با

23. active Life style
24. sensation

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-07-02]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.5.9]

خونرسانی بهتر به عضلات نیازمند به اکسیژن ایسکمی را کاهش داده و باعث بهبود احساس و کنترل درد می‌شود. لازم به ذکر است که ایسکمی یکی از محرک های اصلی درد در عضلات می‌باشد (۴۲).

ما در تحقیق خود، با تمرینات رهاسازی درد توسط فوم غلتان و خود ماساژی موفق شدیم مشکل نوروپاتی را تا حدی مهار کنیم. برای همین، نیازی نبود که برای کاستن از فشار وزن بر پا در حین تمرین از تمهیداتی مثل تمرین روی دوچرخه و یا تمرین در آب استفاده نماییم. البته، ما در مطالعه‌ی حاضر، اثر بلند مدت پروتکل تمرینی خود بر نگرش و عملکرد بیماران برای ادامه‌ی تمرینات را نسنجیدیم. اما معتقدیم که این روش بیشتر از سایر روش های تمرینی که موفق به هدف قرار دادن مشکل نوروپاتی نشده و وزن را نیز در تمرینات به نوعی کاهش نمی دهند مناسب‌تر باشد. البته، این ادعایی است که نیاز است صحت آن در مطالعات آینده بررسی شود. در گروه کنترل، میانگین درصد پسرفت به ترتیب ٤٪ و ۱۵٪ برای شاخص‌های خونی و حسی بود. اما، چرا میزان وخامت در اقدامات حسی آنقدر زیاد بود؟ فاکتورهای خونی به صورت عینی اندازه گیری شد، در حالی که فاکتور حسی به صورت ذهنی اندازه‌گیری شد. عوامل ذهنی ممکن است تحت تأثیر روحیه اجتماعی افراد باشد. شرکت کنندگان در گروه کنترل ممکن است احساس محرومیت داشته باشند. زیرا، به آنها توصیه شده بود که ورزش برای آنها ضروری است، اما این امکان پذیر نیست که آنها به تنهایی رژیم ورزش خود را دنبال کنند. تحقیقات نشان می‌دهد که استرس عاطفی با اختلال عملکردی، پایبندی ضعیف به ورزش، رژیم غذایی و داروها و کنترل قند خون ناکافی همراه است (۴۳). در مقابل، علاوه بر مزایای بیولوژیکی تمرینات بدنی در یک گروه تمرینی تحت نظارت، شرکت کنندگان در گروه تمرینات جامع ورزشی ممکن است احساس محافظت روانی-اجتماعی داشته‌باشند. از آنجا که محیط ورزش فرصتی را برای شرکت‌کنندگان فراهم می‌کند تا با افرادی مانند خود معاشرت کنند، توجه و مراقبت کنند، سؤال خود را مطرح کنند، نگرانی های خود را به اشتراک بگذارند، به مربیان خود اعتماد کنند و از خود کارآیی و اعتماد به نفس ایجادکنند. به عبارت دیگر، علاوه بر مزایای بدنی رژیم ورزش، شرکت‌کنندگان ممکن است بطور ضمنی از جنبه‌های روانی اجتماعی برنامه ورزش خود بهره‌مند شوند. ادغام مراقبت‌های بهداشتی جسمی و روانی می‌تواند نتایج را برای مبتلایان به دیابت بهبود بخشد (٤٤). در این تحقیق، ما شاخص‌های دیگری مانند کیفیت زندگی، فاکتورهای عملکردی و فاکتورهای تعادلی مربوط به اسکن کف پا نیز اندازه‌گیری شد و روی آنها نیز اثرات مثبت مشابهی یافته شد. این یافته‌ها در مقالات بعدی گزارش خواهندشد.

در مجموع، با توجه به یافته‌های تحقیق حاضر می توان توصیه نمود که قبل از تمرینات هوازی و مقاومتی برای بیماران نوروپاتیک، انجام تمرینات رهاسازی درد و خود ماساژ می‌تواند اثرات مطلوب ورزش را افزایش دهد. در این تحقیق، فقط اثرکوتاه مدت این نوع تمرینات مطالعه گردیده و نیاز است که اثرات بلند مدت این تمرینات نیز مطالعه شود. ما گمان می‌کنیم که با توجه به اثر تمرینات رهاسازی و خودماساژ بر کنترل درد، استفاده از این تمرینات در آغاز برنامه‌ی تمرینی موجب می‌شود که احتمال تلفیق ورزش در سبک زندگی این بیماران افزایش‌یابد.

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-07-02]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.5.9]

References

1. Boulton, A.J. (2005). Management of diabetic peripheral neuropathy. Clinical Diabetes. 23(1): 9-15.
2. Guariguata, L., Whiting ,DR., Hambleton, I., Beagley, J., Linnenkamp, U., Shaw JE. (2014). Global estimates of diabetes prevalence for 2013 and projections for 2035. Diabetes Research and Clinical Practice. 103(2): 137-49.
3. Olokoba, A.B., Obateru, O.A., Olokoba, L.B. (2012) Type 2 diabetes mellitus: a review of current trends. Oman Medical Journal.; 27(4): 269.
4. Shaw, J.E., Sicree, R.A., Zimmet, P.Z. (2010). Global estimates of the prevalence of diabetes for 2010 and 2030. Diabetes Research and Clinical Practice. 87(1): 4-14.
5. Javanbakht, M,. Mashayekhi, A,. Baradaran, H.R,. Haghdoost, A,. Afshin, A. (2015). Projection of diabetes population size and associated economic burden through 2030 in Iran: evidence from micro-simulation Markov model and Bayesian meta-analysis. PloS One. 10(7): e0132505.
6. Sicree, R,. Shaw, J,. Zimmet, P,. Heart, B.I. (2010).The global burden. Diabetes and impaired glucose tolerance Baker IDI Heart and Diabetes Institute.
7. Boulton, A.J. Vinik, A.I,. Arezzo, J.C,. Bril, V,. Feldman, E.L,. Freeman, R,. Malik, R.A,. Maser,R.E,. Sosenko, J.M,. Ziegler, D. (2005). Diabetic neuropathies: a statement by the American Diabetes Association. Diabetes Care. 28(4): 956-62.
8. Vinik, A.I,. Nevoret, M.L,. Casellini, C,. Parson, H. (2013).Diabetic neuropathy. Endocrinology and Metabolism Clinics. 42(4): 747-87.
9. Rathur, H.M,. Boulto, A.J. (2007). The neuropathic diabetic foot. Nature Reviews Endocrinology. 3(1): 14-25
10. Ites, K.I,. Anderson, E.J,. Cahill, M.L,. Kearney,J.A,. Post, E.C,. Gilchrist, LS. (2011). Balance interventions for diabetic peripheral neuropathy: a systematic review. Journal of Geriatric Physical Therapy. 34(3): 109-16.
11. Menz, H.B,. Lord, S.R,. St George, R,. Fitzpatrick, RC. (2004). Walking stability and sensorimotor function in older people with diabetic peripheral neuropathy. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 85(2): 245-52.
12. Volpato, S,. Leveille, S.G,. Blaum, C,.Fried, L.P,. Guralnik, J.M. (2005). Risk factors for falls in older disabled women with diabetes: the women's health and aging study. The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences. 60(12): 1539-45.
13. Duby, J.J,. Campbell, R.K,. Setter, S.M,. White, J.R,. Rasmussen, K.A. (2004). Diabetic neuropathy: an intensive review. American Journal of Health-System Pharmacy. 61(2): 160-73.
14. Yamamoto, R,. Kinoshita ,T,. Momoki, T,. Arai, T,. Okamura, A,. Hirao, K,. Sekihara, H. (2001). Postural sway and diabetic peripheral neuropathy. Diabetes Research and Clinical Practice. 52(3): 213-21.
15. Trikkalinou, A,. Papazafiropoulou, A.K,. Melidonis, A. (2017) Type 2 diabetes and quality of life. World Journal of Diabetes. 8(4): 120.
16. Norris, S.L,. Zhang, X,. Chowdhury, F.M,. Zhang, P. (2004). Health related quality of life measured by SF-36 for adults with diabetes: a meta–analysis. Ottawa: Cochrane Collaboration. 111.
17. Wexler,D.J,. Grant, R.W,. Wittenberg, E,. Bosch, J.L,. Cagliero, E,. Delahanty, L,. Blais, M.A,. Meigs, J.B. (2006). Correlates of health-related quality of life in type 2 diabetes. Diabetologia. 49(7): 1489-97.

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-07-02]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.5.9]

18. Boulé, N.G,. Haddad, E,. Kenny, G.P,. Wells, G.A,. Sigal, R.J. (2001)Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. Journal of the American Medical Association. 286(10): 1218-27
19. Stel, V.S,. Smit, J.H,. Pluijm, S.M,. Lips, P. (2003). Balance and mobility performance as treatable risk factors for recurrent falling in older persons. Journal of Clinical Epidemiology. 56(7): 659-68.
20. Song, C.H,. Petrofsky, J.S,. Lee, S.W,. Lee, K.J,. Yim, J.E. (2011). Effects of an exercise program on balance and trunk proprioception in older adults with diabetic neuropathies. Diabetes Technology and Therapeutics. 13(8): 803-11.
21. Tinetti, M.E. (2003). Preventing falls in elderly persons. New England Journal of Medicine. 348(1): 42-9.
22. da Silva, C.A,. Ribeiro, J.P,. Canto, J.C,. da Silva, R.E,. Junior, G.B,. Botura, E,. Malschitzky, M.A. (2012).High-intensity aerobic training improves endothelium-dependent vasodilation in patients with metabolic syndrome and type 2 diabetes mellitus. Diabetes Research and Clinical Practice. 95(2): 237-45.
23. American College of Sports Medicine. (2013) ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Lippincott Williams & Wilkins. 381.
24. Colberg, S.R, . Sigal, R.J,. Yardley, J.E,. Riddell, M.C,. Dunstan, D.W,. Dempsey, P.C, .Horton, ES, . Castorino, K,. Tate, D.F. (2016) Physical activity/exercise and diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. Diabetes Care. s39(11): 2065-79.
25. Jelleyman, C,. Yates, T,. O'Donovan, G,. Gray, L.J,. King, J.A,. Khunti, K,. Davies, M.J. (2015). The effects of high-intensity interval training on glucose regulation and insulin resistance: a meta-analysis. Obesity Reviews. 16(11): 942-61.
26. Snowling, N.J,. Hopkins, W.G. (2006). Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients: a meta-analysis. Diabetes Care. 29(11): 2518-27.
27. Clark, M,. Lucett, S,. editors. (2010). NASM essentials of corrective exercise training. Lippincott Williams and Wilkins. 409
28. Herman, W.H,. Pop-Busui, R,. Braffett, B.H,. Martin, C.L,. Cleary, P.A,. Albers, J.W,. Feldman, E.L,. DCCT/EDIC Research Group. (2012). Use of the Michigan Neuropathy Screening Instrument as a measure of distal symmetrical peripheral neuropathy in type 1 diabetes: results from the Diabetes Control and Complications Trial/Epidemiology of Diabetes Interventions and Complications. Diabetic Medicine. 29(7): 937-44.
29. Feldman, E.L,. Stevens, M.J,. Thomas, P.K,. Brown. M.B,. Canal, N,. Greene, DA. (1994). A practical two-step quantitative clinical and electrophysiological assessment for the diagnosis and staging of diabetic neuropathy. Diabetes Care. 17(11): 1281-9.
30. Kapoor, N,. David, K,. Saravanan, B. (2017). Approach to diabetic neuropathy. Current Medical Issues. 15(3): 189.
31. Church, T.S,. Blair, S.N,. Cocreham, S,. Johannsen, N,. Johnson, W,. Kramer, K,. Mikus, C.R,. Myers, V,. Nauta, M,. Rodarte, R.Q,. Sparks, L. (2010). Effects of aerobic and resistance training on hemoglobin A1c levels in patients with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. Journal of the American Medical Association. 304(20): 2253-62.
32. Lee, K,, Lee, S,. Song, C. (2013). Whole-body vibration training improves balance, muscle strength and glycosylated hemoglobin in elderly patients with diabetic neuropathy. The Tohoku Journal of Experimental Medicine. 231(4): 305-14.
33. Hirosaki, M,. Ohira, T,. Kajiura, M,. Kiyama, M,. Kitamura, A,. Sato, S, Iso, H. (2013). Effects of a laughter and exercise program on physiological and psychological health among community-dwelling elderly in Japan: Randomized controlled trial. Geriatrics and Gerontology International. 13(1): 152-60.

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-07-02]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.5.9]

34. Snowling, N.J,. Hopkins, W.G. (2006). Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients: a meta-analysis. Diabetes Care. 29(11): 2518-27.
35. Umpierre, D,. Ribeiro, P.A,. Kramer, C.K,. Leitão, C.B,. Zucatti, A.T,. Azevedo, M.J, Gross, J.L,. Ribeiro, J.P,. Schaan, B.D. (2011). Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. Journal of the American Medical Association. 305(17): 1790-9.
36. Yavari, A,. Najafipoor, F,. Aliasgarzadeh, A,. Niafar, M,. Mobasseri, M. (2012).Effect of aerobic exercise, resistance training or combined training on glycaemic control and cardiovascular risk factors in patients with type 2 diabetes. Biology of Sport. 29(2): 135-143.
37. Kluding, P.M,. Pasnoor, M,. Singh, R,. Jernigan, S,. Farmer, K,. Rucker, J,. Sharma, N.K,. Wright, D.E. (2012).The effect of exercise on neuropathic symptoms, nerve function, and cutaneous innervation in people with diabetic peripheral neuropathy. Journal of Diabetes and Its Complications. 26(5): 424-9.
38. Ahn, S,. Song, R. (2012). Effects of tai chi exercise on glucose control, neuropathy scores, balance, and quality of life in patients with type 2 diabetes and neuropathy. The Journal of Alternative and Complementary Medicine. 18(12): 1172-8.
39. Dixit, S,, Maiya, A.G,. Shastry, B.A. (2014). Effect of aerobic exercise on peripheral nerve functions of population with diabetic peripheral neuropathy in type 2 diabetes: a single blind, parallel group randomized controlled trial. Journal of Diabetes and Its Complications. 28(3): 332-9.
40. Knight J, Nigam Y, Jones A. Effects of bedrest 1: cardiovascular, respiratory and haematological systems. Nursing Times. 2009 May 28;105(21):16-20.
41. Booth FW, Roberts CK, Laye MJ. Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. Comprehensive Physiology. 2011 Jan;2(2):1143-211
42. Rüger, L.J,. Irnich, D,. Abahji, T.N,. Crispin, A,. Hoffmann, U,. Lang, P.M. (2008). Characteristics of chronic ischemic pain in patients with peripheral arterial disease. Pain139(1): 201-8.
43. Kalra, S,. Jena, B.N,. Yeravdekar, R. (2018). Emotional and psychological needs of people with diabetes. Indian Journal of Endocrinology and Metabolism. 22(5): 696-704.
44. Young-Hyman, D,. De Groot ,M,. Hill-Briggs, F,. Gonzalez, J.S,. Hood, K,. Peyrot, M. (2016).- Psychosocial care for people with diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. Diabetes Care. 39(12): 2126-40.

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-07-02]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.22.5.9]