

تأثیر تمرین اینتروال شدید در مقایسه با مدیتیشن بر شاخص‌های HOMA-IR، McAuley، QUICKI، شاخص‌های گلاسمیک و پروفایل لیپیدی زنان مبتلا به دیابت نوع دو

سالار سبزی پرور^۱، محمدرضا ذوالفقار دیدنی^۲، کاظم خدائی^{۲*}

۱- دانشجوی دکتری، گروه فیزیولوژی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

۲- استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

* نشانی نویسنده مسئول: ارومیه، دانشگاه ارومیه، دانشکده علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی و حرکات اصلاحی

Email: k.khodaei@urmia.ac.ir

پدیرش: ۱۴۰۲/۹/۱۴

بازنگری: ۱۴۰۲/۶/۲۱

دریافت: ۱۴۰۲/۵/۱۷

چکیده

مقدمه و هدف: استفاده روز افزون از روش‌های درمانی غیردارویی مانند ورزش و مدیتیشن در مدیریت دیابت برای بهبود وضعیت جسمانی و روانی در بیماران دیابتی دارای اهمیت بالایی است. هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرین اینتروال شدید (HIIT) در مقایسه با مدیتیشن بر شاخص‌های حساسیت انسولینی، شاخص‌های گلاسمیک و پروفایل لیپیدی زنان مبتلا به دیابت نوع دو بود.

مواد و روش‌ها: ۳۰ زن دیابتی میانسالی دیابتی به‌طور تصادفی انتخاب و به سه گروه HIIT، مدیتیشن و کنترل تقسیم شدند. میزان سرمی گلوکز، انسولین، هموگلوبین گلیکوزیله، تری‌گلسیرید، لیپوپروتئین پرچگال (HDL)، لیپوپروتئین کم‌چگال (LDL) ۴۸ ساعت قبل و بعد از مداخله به صورت ناشتایی اندازه‌گیری شد. شاخص‌های حساسیت و مقاومت انسولینی بر اساس فرمول‌ها محاسبه گردید. تمرین به مدت ۱۲ هفته و سه جلسه در HIIT و مدیتیشن به مدت ۱۲ هفته و تمام روزهای هفته اجرا گردید. برای مقایسه بین گروهی از آنوای دو راهه ترکیبی و آزمون تعقیبی توکی و تفاوت درون گروهی از آزمون t زوجی استفاده گردید.

یافته‌ها: HOMA-IR، QUICKI، McAuley، گلوکز، انسولین، هموگلوبین گلیکوزیله و پروفایل لیپیدی بهبود معنی‌داری در گروه HIIT نسبت به گروه کنترل نشان داد ($P < 0/05$). همچنین، گلوکز ناشتا، QUICKI و HOMA-IR در گروه HIIT بهبود معنی‌داری نسبت به گروه مدیتیشن داشت ($P < 0/05$). گروه مدیتیشن نیز باعث بهبود معنی‌دار HOMA-IR، انسولین و HDL نسبت به گروه کنترل شد ($P < 0/05$).

بحث و نتیجه‌گیری: یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که هر دو HIIT و مدیتیشن می‌تواند باعث بهبود حساسیت و مقاومت انسولینی، برخی شاخص‌های گلاسمیک و پروفایل لیپیدی زنان مبتلا به دیابت نوع دو شود. با این حال، اثربخشی HIIT در بیشتر متغیرها برجسته‌تر از مدیتیشن بود. برای درک بهتر کارایی این دو روش پژوهش‌های بیشتری نیاز است.

واژه‌های کلیدی: تمرینات اینتروال شدید، مدیتیشن، مقاومت انسولینی، شاخص‌های گلاسمیک، پروفایل لیپیدی، دیابت نوع دو

مقدمه

است و شامل اجزای ژنتیکی و محیطی می‌باشد که بر عملکرد سلول‌های بتا پانکراس و حساسیت انسولینی بافت‌ها اثر می‌گذارند (۳). در اجزای عوامل محیطی، عواملی هم‌چون کم تحرکی، چاقی و استرس‌های مزمن و شدید بیشتر از عوامل دیگر اثرگذار است (۳-۵). یکی از وضعیت‌های مرتبط با

سالانه تعداد مبتلایان به دیابت به خاطر افزایش جمعیت، شهرنشینی، پیری و افزایش شیوع چاقی و کم‌تحرکی رو به افزایش است (۱). در ایران نیز میزان شیوع آن روز به روز در حال افزایش است (۲). دیابت نوع دو یک بیماری چندعاملی

دیابت و چاق، مقاومت به انسولین است. مقاومت به انسولین یا متغیر متقابل آن، حساسیت به انسولین با چندین روش ارزیابی می‌شود. تکنیک کلامپ گلوکز روش "استاندارد طلایی" برای ارزیابی مقاومت به انسولین در انسان است. این روش نیازمند مهارت، هزینه و زمان است که استفاده از آن را در مطالعات دشوار می‌کند (۶). روش‌های جایگزین دقیق و کاربردی دیگر برای ارزیابی مقاومت و حساسیت انسولینی شامل ارزیابی مدل هموستاز مقاومت به انسولین (HOMA-IR)، شاخص بررسی کمی حساسیت انسولینی دو روش QUICKI و McAuley's index است (۷، ۸).

یکی از روش‌های پیشنهادی در پیشگیری و کنترل بیماری دیابت نوع دو انجام فعالیت بدنی و ورزش است. انجام فعالیت جسمانی ۱۵۰ دقیقه در هفته، با کاهش ۷-۵ درصدی وزن باعث کاهش ۵۸ درصدی خطر پیشرفت تبدیل از وضعیت اختلال تحمل گلوکز به بیماری دیابت نوع دو می‌شود (۹). در مورد پیاده‌روی نیز آموزش و تجویز این فعالیت جسمانی لذت‌بخش و آسان در مورد ۸۸ زن دیابتی مسن موجب کاهش معنی‌دار هموگلوبین گلیکوزیله و گلوکز خون شده است (۱۰). از فعالیت‌های ورزشی محبوب برای افراد با مشغله زیاد و کم حوصله می‌توان تمرینات ایترنال شدید را نام برد که اخیراً محبوبیت بیشتری را در مقایسه با تمرینات تداومی کسب کرده است و دلیل آن صرف زمان کمتر و اثربخشی برابر و یا حتی بیشتر نسبت به تمرینات تداومی و بلند مدت است. اغلب مطالعات انجام شده فواید این نوع از تمرین را بر کنترل و بهبود هایپرگلیسمی، هموگلوبین گلیکوزیله و مقاومت انسولینی گزارش کرده‌اند (۱۱، ۱۲). تمرین ایترنال شدید پیاده‌روی یک روش تمرینی جدید و کاربردی در افراد مسن برای بهبود آمادگی جسمانی، کاهش عوامل خطرزای قلبی عروقی و متابولیسمی معرفی شده است. با این حال مطالعات اندکی تأثیر این روش را در بیماران به‌ویژه افراد دیابتی بررسی کرده است (۱۳). روش‌های دیگری که در کنترل بیماری‌ها در دو دهه اخیر مورد توجه قرار گرفته‌اند، شامل تصویرسازی ذهنی، مدیتیشن و ریلکسیشن است که به عنوان درمان‌های جایگزین و تکمیلی برای این بیماران پیشنهاد شده است و به طور پیشرونده‌ای از این روش‌ها برای درمان بیماری‌هایی به‌ویژه با منشا استرسی استفاده شده است (۱۴، ۱۵). این تکنیک‌ها می‌توانند تأثیر عمیقی بر عملکرد سلولی و مولکولی مغز و بدن

داشته باشند. اگرچه امروزه مکانیسم‌های دقیق این روش‌ها به خوبی شناخته شده نیست اما از فواید روانی و فیزیولوژیکی نسبت داده شده به این تکنیک‌ها نمی‌توان چشم‌پوشی کرد (۱۶). استرس جسمانی و روانی مسیرهای عصبی-هورمونی به ویژه محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال را بر می‌انگیزد که این محور با تأثیر بر بافت‌های خاص باعث ترشح سایتوکاین‌ها می‌شود. این سایتوکاین‌ها به‌ویژه اینترلوکین-۶ فرآیندهای استرس اکسیداتیو و التهاب را سبب شده و باعث مقاومت انسولینی می‌شود (۱۷). یکی از این روش‌های ساختاریافته مدیتیشن، روان-تن درمانی به روش سیلوا است. اصول روش سیلوا، توسط یافته‌های فیزیکی‌دانان نوین که فضا را به عنوان میدانی از انرژی در نظر می‌گیرند، مورد تأیید قرار گرفته است. همچنین، استفاده از وسایل و تجهیزات بیوفیدبک باعث شده این روش اعتباری علمی خوبی کسب کند. گرایش نوآورانه روش سیلوا به توانایی‌های نیمکره راست مغز و مدیتیشن در رابطه با بهبود بیماری در سطح امواج مغزی آلفا از علل محبوبیت و ویژگی متمایز این روش به شمار می‌رود (۱۸، ۱۹). با توجه به اهمیت بعد جسمانی و روانی در بیماران دیابتی و استفاده روز افزون از روش‌های درمانی غیر دارویی مانند ورزش و مدیتیشن در کنترل دیابت، و عدم بررسی هر دو روش تمرینات ایترنال شدید پیاده روی و مدیتیشن در این طیف از بیماران متابولیکی و شاخص‌های نوین حساسیت و مقاومت انسولینی، هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرینات ایترنال شدید پیاده‌روی و مدیتیشن بر شاخص‌های QUICKI، HOMA-IR، McAuley's index، شاخص‌های گلاسمک و پروفایل لیپیدی در زنان دیابتی نوع دو بود.

روش‌شناسی

این مطالعه به صورت نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود که شرکت کنندگان به صورت نمونه‌های در دسترس از میان زنان دیابتی نوع دو عضو انجمن دیابت آذربایجان غربی انتخاب شدند. معیارهای ورود به پژوهش شامل سنین ۵۰ تا ۶۰ ساله، سابقه ابتلا به بیماری حداقل ۵ سال، عدم استفاده از انسولین در شش ماه اخیر، عدم مصرف داروهای خاص، عدم مصرف دخانیات و الکل و نداشتن سابقه فعالیت ورزشی مداوم در یکسال اخیر بود که با خود گزارشی آزمودنی‌ها ثبت گردید. معیارهای خروج از پژوهش غیبت بیش از ۳ جلسه در تمرینات، عدم اجرای مدیتیشن بیش از ۳ روز و یا انصراف یه

پرسش نامه رضایت برای شرکت در پژوهش را امضا کردند. مصرف دارویی بیماران در هیچ مرحله‌ای از پژوهش قطع نشد و زیر نظر پزشک معالج خود در پژوهش شرکت کردند. به آزمودنی‌ها اعلام شده بود در صورت داشتن علائم غیرمعمول اطلاع دهند و ورزش را متوقف کنند. آزمودنی‌ها مجاز بودند در تمامی مراحل آزادانه پژوهش را ترک کنند.

تمامی آزمودنی‌ها روزی یک عدد قرص آسپرین ۸۰ میلی‌گرم و دو عدد قرص متفورمین ۵۰۰ میلی‌گرم بعد از صبحانه و شام مصرف می‌کردند. ویژگی‌های آنتروپومتریک و توصیفی آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد و در جدول شماره ۱ ارائه گردیده است.

جدول ۱. ویژگی‌های آنتروپومتریک و توصیفی آزمودنی‌ها

متغیرها	گروه تمرین اینتروال شدید (تعداد: ۸ نفر)	گروه مدیتیشن به روش سیلوا (تعداد: ۸ نفر)	گروه کنترل (تعداد: ۸ نفر)
سن (سال)	۵۳٫۵±۸٫۹	۵۶٫۵±۷٫۵	۵۴٫۶±۸٫۷
مدت ابتلا به بیماری (سال)	۵٫۶±۱٫۶	۶٫۵±۱٫۵	۵٫۸±۱٫۲
وزن (کیلوگرم)	۶۳٫۰±۳٫۱	۶۶٫۵±۴٫۰	۶۸٫۵±۳٫۶
قد (سانتی متر)	۱۵۷٫۸±۲٫۵	۱۶۱٫۲±۲٫۳	۱۵۸٫۵±۲٫۷
شاخص توده بدنی (kg/m ²)	۲۵٫۳±۱٫۲	۲۵٫۵±۱٫۰	۲۷٫۴±۱٫۸

تجزیه و تحلیل بیوشیمیایی: خون‌گیری در پیش‌آزمون بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی به منظور اندازه‌گیری سطوح سرمی گلوکز ناشتا، انسولین ناشتا، هموگلوبین گلیکوزیله (HbA1c)، تری‌گلیسرید، لیپوپروتئین پرچگال (HDL)، لیپوپروتئین کم‌چگال (LDL) در آزمایشگاه توسط کارشناس انجام شد. ۵ میلی‌لیتر خون از ورید پیش‌آرنجی بازوی چپ آزمودنی‌ها در حالت نشسته تهیه شد. سپس نمونه‌های خون با دور ۳۰۰۰ تا ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند و سرم‌ها در دمای ۲۰- درجه سلسیوس منجمد شدند. بعد از ۱۲ هفته تمرین خون‌گیری در پس‌آزمون همانند پیش‌آزمون در هر سه گروه پس از ۴۸ ساعت از آخرین جلسه تمرینی به عمل آمد. آنالیز مقادیر سرمی انسولین از طریق کیت‌های انسانی شرکت DIALAB ساخت کشور چین با روش اندازه‌گیری الایزا انجام شد. هموگلوبین A1c با روش سنجنش آنزیمی ایمونواسی شرکت بایرپل (Bayerpaul) ساخت ایران به صورت درصدی انجام شد. میزان گلوکز، تری‌گلیسرید، HDL و LDL نیز به روش سنجنش آنزیمی با کیت‌های بیوشیمی شرکت بایرپل ساخت ایران اندازه‌گیری شد.

محاسبه شاخص‌های حساسیت و مقاومت انسولینی: مقاومت انسولینی و شاخص‌های حساسیت انسولینی طبق فرمول‌های ذیل و بر اساس میزان گلوکز ناشتا (G0)، انسولین ناشتا (I0) و تری‌گلیسرید ناشتا (TG0) محاسبه گردید (۸).

$$\text{HOMA-IR} = \left[\frac{\text{G0 in mmol/l} \times \text{I0 in mU/ml}}{22.5} \right]$$

$$\text{QUICKI} = 1 / \left[\log (\text{G0 in mg/dl}) + \log (\text{I0 in mU/ml}) \right]$$

$$\text{McAuley's index} = \exp [2.63 - 0.28 \ln (\text{I0 in mU/ml}) - 0.31 \ln (\text{TG0 in mmol/l})]$$

پروتکل گروه تمرین اینتروال شدید پیاده‌روی: قبل از طراحی پروتکل تمرینی و تعیین شدت پیاده‌روی در یک جلسه وضعیت آمادگی جسمانی شرکت‌کنندگان مورد پایلوت قرار گرفت. در این راستا به دلیل مسن بودن و آمادگی جسمانی پایین آزمودنی‌ها، معیار تعیین شدت پیاده‌روی بر حسب درصدی از شدت ضربان قلب بیشینه در پیاده‌روی هر آزمودنی در نظر گرفته شد. ۱۰۰ درصد بالاترین شدت پیاده‌روی در تمرینات حاضر در نظر گرفته شد که بر اساس ضربان قلب بیشینه تعیین می‌شد. برای این کار از آزمودنی‌ها خواسته شد تا با حداکثر سرعت خود تا واماندگی پیاده‌روی کنند، در اوج سرعت و واماندگی حداکثر ضربان قلب آزمودنی‌ها توسط

دهد، ۷. تجسم تصویری شاداب و تندرست و جذاب از خویشتن، ۸. سوال از خود در ذهن درباره علت ابتلا به بیماری، ۹. بخشیدن خطاها و اشتباهات خود و افراد دیگر در ذهن، ۱۰. تلقین مثبت (۳ بار تکرار جمله "من به مرور هم از لحاظ جسمی و هم از لحاظ روحی بهتر و بهتر و بهتر می‌شوم")، ۱۱. تصویرسازی ذهنی برای بهبود بیماری (برای مثال بهتر شدن علائم بیماری‌شان. نوع تصویرسازی هر فرد ابتکاری و اختیاری بود)، ۱۲. تلقین هوشیاری (ابتدا جمله "از ۱ تا ۵ می‌شمارم وقتی به شماره ۵ رسیدم هوشیار چشم‌انم را باز خواهم کرد و احساسم بسیار خوب خواهد بود" سپس بعد از شمارش ۱ تا ۵ چشمانش را باز می‌کند).

پس از گذراندن دوره اولیه، در دوره دوم هر روز به مدت نیم ساعت، ۱۵ دقیقه نوبت صبح و ۱۵ دقیقه بعد از ظهر مدیتیشن همانند روش بالا دو بار در روز انجام شد (۲۱). در تمامی مراحل پس از انجام مدیتیشن توسط آزمودنی‌ها، گزارش نحوه اجرا و سوالات احتمالی از طریق فضای مجازی به محققان گزارش می‌شد. گروه کنترل بدون هیچ مداخله‌ای اعم از تمرینات ورزشی منظم و مدیتیشن به فعالیت‌های روزمره خود پرداختند.

روش‌های آماری

در پژوهش حاضر برای نرمال بودن توزیع داده‌ها و همگنی واریانس‌ها به ترتیب از آزمون شاپیرو-ویلک و آزمون لون استفاده شد. برای بررسی تاثیر مداخلات از آزمون آنووا دوراهه ترکیبی (اثر سه گروه در دو زمان اندازه‌گیری) به همراه آزمون تعقیبی توکی و برای مقایسه درون گروهی از آزمون تی زوجی استفاده گردید. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ استفاده گردید. سطح معنی‌داری برای تمام روش‌های آماری $P \leq 0/05$ در نظر گرفته شد.

ضربان‌سنج پولار اندازه‌گیری شد. این ضربان به عنوان ضربان قلب بیشینه پیاده‌روی در نظر گرفته شد (۱۳، ۲۰). آزمودنی‌ها تمرینات را زیر نظر متخصصین ورزشی حاضر در پژوهش انجام دادند. در ۸ هفته اول، تمرینات در دو دور با ۳ تکرار (اینتروال) انجام شد. در دور اول، اینتروال‌ها به مدت ۴ دقیقه بود که دو دقیقه با ۶۰٪ ضربان قلب بیشینه و دو دقیقه با ۱۰۰٪ ضربان قلب بیشینه راه رفتن انجام شد. سه دقیقه پیاده‌روی با شدت ۳۰٪ بین اینتروال‌ها انجام شد. در دور دوم، اینتروال‌ها به مدت ۶ دقیقه بود که سه دقیقه با ۶۰٪ ضربان قلب بیشینه و سه دقیقه پیاده‌روی با شدت ۳۰٪ بین اینتروال‌ها انجام شد. در هفته هشتم تا دوازدهم، اضافه بار تمرین با افزایش تعداد دورها انجام شد. دور سوم نیز که شامل انجام ۵ دقیقه پیاده‌روی اینتروال بود به برنامه تمرینات اضافه شد. اینتروال‌ها شامل دو دقیقه پیاده‌روی با شدت ۶۰٪ ضربان قلب بیشینه راه رفتن و سه دقیقه پیاده‌روی با شدت ۱۰۰٪ راه رفتن بود. پروتکل جلسات تمرینی گروه پیاده‌روی اینتروال شدید در جدول شماره ۲ ارائه گردیده است. تمرین به مدت ۱۲ هفته و هر هفته ۳ جلسه در فضای رو باز انجام شد.

پروتکل گروه مدیتیشن به روش سیلوا: این روش به مدت ۱۲ هفته و هر ۷ روز هفته اجرا گردید. دوره اولیه مدیتیشن به روش سیلوا (برای تحریک امواج مغزی آلفا) به مدت ۴۰ روز انجام گردید. جزوهای آموزشی مدیتیشن سیلوا نیز در اختیار بیماران قرار داده شد. نحوه استفاده از جزوه و مدیتیشن در جلسه آشناسازی قبل از شروع پژوهش به طور کامل شرح داده شد. در این دوره چهل روزه آزمودنی‌ها به مدت ۱۵ دقیقه به مدیتیشن و روان درمانی پرداختند. تمامی مراحل بلافاصله پشت سرهم به شرح ذیل انجام شد:

۱. نشستن در جای راحت، بلافاصله چشم‌ها بسته می‌شد،
۲. چرخش ۲۰ درجه به بالای خط افق با چشم‌های بسته تا انتهای تمرین، ۳. یک نفس عمیق، ۴. تن‌آرامی و شل کردن عضلات (شل کردن عضلات با تصویری‌سازی ذهنی از فرق سر تا نوک انگشتان پا به ترتیب)، ۵. شمارش معکوس از ۱۰۰ تا ۱ (با تجسم شکل اعداد در ذهن)، شمارش معکوس، روز اول تا بیستم از ۱۰۰ به ۱، از روز بیستم تا سی‌ام از ۵۰ به ۱، و از روز سی‌ام تا چهلم از ۲۵ به ۱ بود، ۶. تجسم خود در مکانی آرامش‌بخش تا زمانی که احساس راحتی و خوشایندی دست

جدول ۲. پروتکل جلسات تمرینی در گروه پیاده‌روی اینترنتی شدید

هفته اول تا هشتم	هفته نهم تا دوازدهم
گرم کردن و سرد کردن در هر جلسه ۱۰ دقیقه با ۳۰٪ ضربان قلب بیشینه پیاده‌روی	گرم کردن و سرد کردن در هر جلسه ۱۰ دقیقه با ۳۰٪ ضربان قلب بیشینه پیاده‌روی
دوره اول: ۳ تکرار زیر انجام شد. فعالیت در هر تکرار ۴ دقیقه و شامل: ۲ دقیقه پیاده‌روی سریع با ۶۰٪ ضربان قلب بیشینه پیاده‌روی ۲ دقیقه پیاده‌روی سریع با ۱۰۰٪ ضربان قلب بیشینه پیاده‌روی فاصله استراحتی بین هر تکرار، استراحت فعال شامل: ۳ دقیقه پیاده‌روی آهسته با ۳۰٪ ضربان قلب بیشینه پیاده‌روی	دوره اول: ۳ تکرار زیر انجام شد. فعالیت در هر تکرار ۴ دقیقه و شامل: ۲ دقیقه پیاده‌روی سریع با ۶۰٪ ضربان قلب بیشینه پیاده‌روی ۲ دقیقه پیاده‌روی سریع با ۱۰۰٪ ضربان قلب بیشینه پیاده‌روی فاصله استراحتی بین هر تکرار، استراحت فعال شامل: ۳ دقیقه پیاده‌روی آهسته با ۳۰٪ ضربان قلب بیشینه پیاده‌روی
دوره دوم: ۳ تکرار زیر انجام شد. فعالیت در هر تکرار ۶ دقیقه و شامل: ۳ دقیقه پیاده‌روی سریع با ۶۰٪ ضربان قلب بیشینه پیاده‌روی ۳ دقیقه پیاده‌روی سریع با ۱۰۰٪ ضربان قلب بیشینه پیاده‌روی فاصله استراحتی بین هر تکرار، استراحت فعال شامل: ۳ دقیقه پیاده‌روی آهسته با ۳۰٪ ضربان قلب بیشینه پیاده‌روی	دوره دوم: ۳ تکرار زیر انجام شد. فعالیت در هر تکرار ۶ دقیقه و شامل: ۳ دقیقه پیاده‌روی سریع با ۶۰٪ ضربان قلب بیشینه پیاده‌روی ۳ دقیقه پیاده‌روی سریع با ۱۰۰٪ ضربان قلب بیشینه پیاده‌روی فاصله استراحتی بین هر تکرار، استراحت فعال شامل: ۳ دقیقه پیاده‌روی آهسته با ۳۰٪ ضربان قلب بیشینه پیاده‌روی
دوره سوم: ۳ تکرار زیر انجام شد. فعالیت در هر تکرار ۵ دقیقه و شامل: ۲ دقیقه پیاده‌روی سریع با ۶۰٪ ضربان قلب بیشینه پیاده‌روی ۳ دقیقه پیاده‌روی سریع با ۱۰۰٪ ضربان قلب بیشینه پیاده‌روی فاصله استراحتی بین هر تکرار، استراحت فعال شامل: ۳ دقیقه پیاده‌روی آهسته با ۳۰٪ ضربان قلب بیشینه پیاده‌روی	دوره سوم: ۳ تکرار زیر انجام شد. فعالیت در هر تکرار ۵ دقیقه و شامل: ۲ دقیقه پیاده‌روی سریع با ۶۰٪ ضربان قلب بیشینه پیاده‌روی ۳ دقیقه پیاده‌روی سریع با ۱۰۰٪ ضربان قلب بیشینه پیاده‌روی فاصله استراحتی بین هر تکرار، استراحت فعال شامل: ۳ دقیقه پیاده‌روی آهسته با ۳۰٪ ضربان قلب بیشینه پیاده‌روی

یافته‌ها

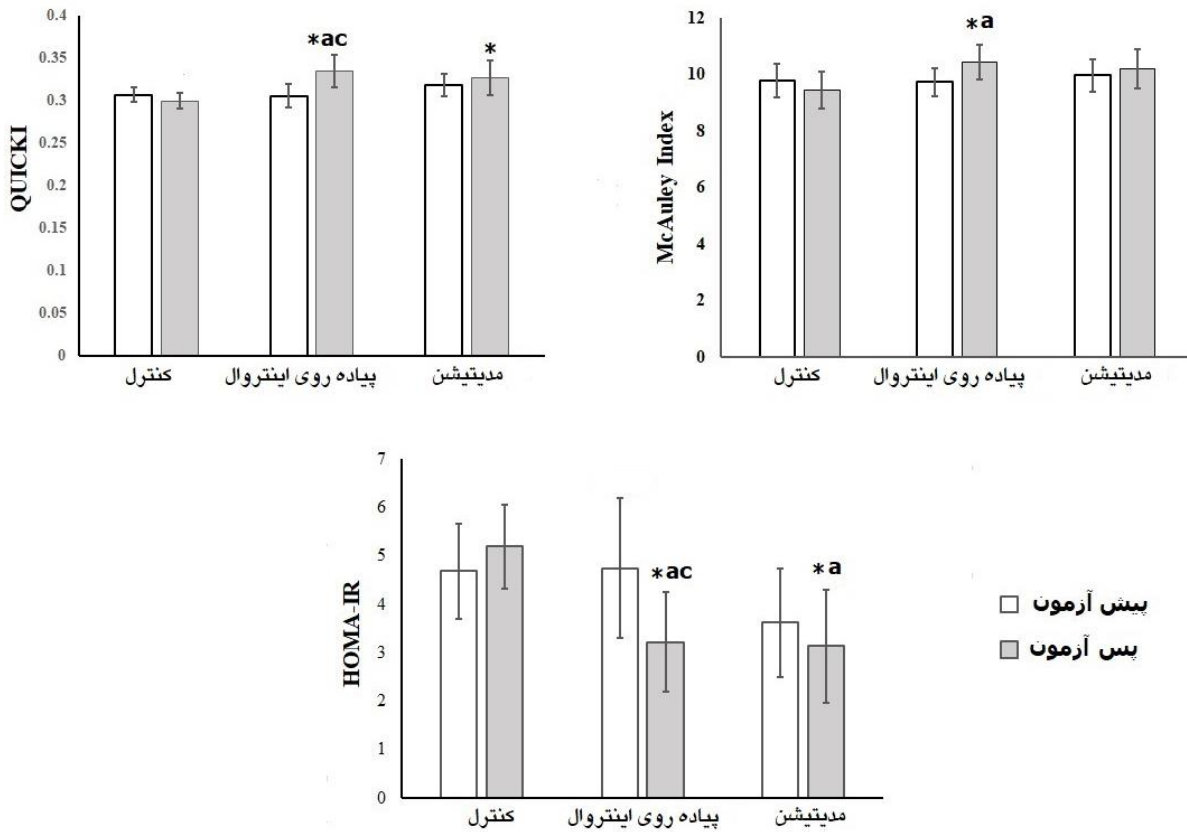
نتایج آن‌ها دو راهه با اندازه‌گیری مکرر در جدول ۳ و شکل ۱ نشان داد که اثر تعاملی زمان در گروه در شاخص QUICKI، McAuley و HOMA-IR تفاوت معنی‌داری نشان داد ($P=0/001$). نتایج آزمون تعقیبی در QUICKI نشان داد که گروه تمرین اینترنتی شدید نسبت به گروه‌های دیگر افزایش معنی‌داری داشت ($P\leq 0/05$). نتایج اثر تعاملی زمان نیز معنی‌دار بود ($P=0/002$). هر دو گروه تمرین اینترنتی شدید و مدیتیشن نسبت به پیش‌آزمون افزایش نشان دادند ($P\leq 0/05$). نتایج آزمون توکی در شاخص McAuley افزایش معنی‌دار گروه تمرین اینترنتی شدید نسبت به گروه کنترل را نشان داد ($P\leq 0/05$). نتایج اثر تعاملی زمان نیز معنی‌دار بود ($P=0/04$). تنها، گروه تمرین اینترنتی شدید پیاده‌روی نسبت به پیش‌آزمون افزایش نشان داد ($P\leq 0/05$). آزمون تعقیبی برای HOMA-IR نشان داد که گروه تمرین اینترنتی شدید و مدیتیشن نسبت به کنترل کاهش معنی‌داری داشتند ($P\leq 0/05$). همچنین، گروه تمرین کاهش معنی‌داری نسبت به گروه مدیتیشن داشت ($P\leq 0/05$). نتایج اثر تعاملی زمان نیز معنی‌دار بود ($P=0/01$).

هر دو گروه تمرین و مدیتیشن نسبت به پیش‌آزمون کاهش معنی‌داری نشان دادند ($P\leq 0/05$).

نتایج شاخص‌های گلاسیمیک در جدول ۴ نشان داد که اثر تعاملی زمان در گروه و نیز اثر تعاملی زمان در شاخص‌های گلوکز ناشتا، انسولین ناشتا و هموگلوبین A1c تفاوت معنی‌داری داشتند ($P\leq 0/05$). نتایج آزمون تعقیبی در گلوکز ناشتا نشان داد که گروه تمرین اینترنتی شدید نسبت به گروه‌های دیگر کاهش معنی‌داری داشت ($P\leq 0/05$). هر دو گروه تمرین اینترنتی شدید و مدیتیشن نسبت به پیش‌آزمون کاهش نشان دادند ($P\leq 0/05$). نتایج آزمون تعقیبی در انسولین ناشتا نشان داد که هر دو گروه تمرین اینترنتی شدید و مدیتیشن نسبت به گروه کنترل کاهش معنی‌داری داشتند ($P\leq 0/05$). هر دو گروه تمرین اینترنتی شدید و مدیتیشن نسبت به پیش‌آزمون کاهش نشان دادند ($P\leq 0/05$). نتایج آزمون تعقیبی در هموگلوبین A1c نشان داد که تنها گروه تمرین اینترنتی شدید نسبت به گروه کنترل کاهش معنی‌داری داشت ($P\leq 0/05$). هر دو گروه تمرین اینترنتی شدید و مدیتیشن نسبت به پیش‌آزمون کاهش نشان دادند ($P\leq 0/05$).

میزان HDL در هر دو گروه تمرینات اینتروال شدید و مدیتیشن نسبت به گروه کنترل و پیش آزمون افزایش معنی داری داشت ($P \leq 0/05$). میزان LDL تنها در گروه تمرینات اینتروال شدید نسبت به گروه کنترل کاهش معنی داری نشان داد ($P \leq 0/05$).

نتایج پروفایل لیپیدی در جدول ۴ نشان داد که اثر تعاملی زمان در گروه و تعامل زمان در شاخص های تری گلیسرید، HDL و LDL تفاوت معنی داری نشان داد ($P \leq 0/05$). میزان تری گلیسرید تنها در گروه تمرینات اینتروال شدید نسبت به گروه کنترل و پیش آزمون کاهش معنی داری داشت ($P \leq 0/05$).



شکل ۱. تغییرات شاخص های QUICKI، McAuley، HOMA-IR و HOMA-IR بعد از مداخلات تمرینی و مدیتیشن

علامت * نشان دهنده تفاوت معنی دار نسبت به پیش آزمون است.

علامت a نشان دهنده تفاوت معنی دار نسبت به گروه کنترل است.

علامت c نشان دهنده تفاوت معنی دار نسبت به گروه مدیتیشن است.

سطح معنی داری در تمامی موارد کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شده است. داده ها به صورت میانگین \pm انحراف استاندارد گزارش شده است.

جدول ۳. نتایج آنوای دو راهه با اندازه گیری مکرر در شاخص های مقاومت و حساسیت انسولینی پس از مداخلات تمرینی و مدیتیشن

متغیرها	اثر متقابل	P	اندازه اثر
QUICKI	زمان	۰/۰۰۲	۰/۳۸
	زمان×گروه	۰/۰۰۱	۰/۶۰
McAuley Index	زمان	۰/۰۰۴	۰/۱۷
	زمان×گروه	۰/۰۰۱	۰/۵۰
HOMA-IR	زمان	۰/۰۱	۰/۲۳
	زمان×گروه	۰/۰۰۱	۰/۶۰

جدول ۴. تغییرات شاخص‌های گلاسمیک و پروفایل لیپیدی بعد از مداخلات تمرینی و مدیتیشن

متغیرها	گروه‌ها	پیش آزمون	پس آزمون	اثر متقابل	مقادیر p	اندازه اثر
کلوز خون ناشتا (mg/dl)	پیاده روی شدید اینتروال	۱۶۱٫۲۵±۴۷٫۳۰	۱۲۰٫۷۲±۲۰٫۷۲ ^{ac*}	زمان	۰٫۰۰۱	۰٫۴۱
	مدیتیشن	۱۴۲٫۲۵±۳۴٫۵۲	۱۳۳٫۶۲±۳۷٫۴۴*	زمان×گروه	۰٫۰۰۲	۰٫۴۴
	کنترل	۱۴۵٫۶۲±۱۸٫۸۵	۱۴۵٫۲۵±۱۳٫۴۷			
انسولین ناشتا (μIU/ml)	پیاده روی شدید اینتروال	۱۲٫۲۲±۲٫۲۳	۹٫۷۲±۱٫۷۶ ^{a*}	زمان	۰٫۰۰۴	۰٫۲۲
	مدیتیشن	۱۲٫۵۶±۳٫۱۱	۱۱٫۵۶±۳٫۰۸ ^a	زمان×گروه	۰٫۰۰۱	۰٫۴۶
	کنترل	۱۳٫۳۱±۲٫۱۰	۱۴٫۸۵±۲٫۳۶			
هموگلوبین A1c (%)	پیاده روی شدید اینتروال	۸٫۷۲±۲٫۲۲	۶٫۹۱±۰٫۹۵ ^{a*}	زمان	۰٫۰۰۱	۰٫۵۲
	مدیتیشن	۶٫۶۵±۱٫۱۳	۵٫۸۸±۰٫۹۸*	زمان×گروه	۰٫۰۰۱	۰٫۳۵
	کنترل	۸٫۰۷±۱٫۲۵	۷٫۸۵±۱٫۲۷			
تری گلیسرید (mg/dl)	پیاده روی شدید اینتروال	۱۶۱٫۱۲±۳۵٫۸۴	۱۳۳٫۲۵±۳۳٫۳۷ ^{a*}	زمان	۰٫۰۱۴	۰٫۲۵
	مدیتیشن	۱۶۵٫۲۵±۲۳٫۵۱	۱۵۵٫۸۷±۳۲٫۵۵	زمان×گروه	۰٫۰۲۹	۰٫۸۷
	کنترل	۱۵۳٫۱۲±۲۹٫۰۵	۱۵۵٫۷۵±۳۷٫۹۵			
HDL (mg/dl)	پیاده روی شدید اینتروال	۴۵٫۰۰±۱۰٫۳۰	۵۱٫۰۰±۶٫۲۵ ^{a*}	زمان	۰٫۰۰۴	۰٫۲۱
	مدیتیشن	۵۲٫۳۷±۱۵٫۰۵	۵۵٫۷۵±۱۵٫۰۱ ^{a*}	زمان×گروه	۰٫۰۰۵	۰٫۴۰
	کنترل	۵۲٫۵۰±۱۶٫۸۰	۴۹٫۰۰±۱۸٫۷۲			
LDL (mg/dl)	پیاده روی شدید اینتروال	۹۰٫۱۲±۱۲٫۳۵	۸۳٫۱۲±۸٫۶۰ ^a	زمان	۰٫۰۵۱	۰٫۰۲
	مدیتیشن	۸۶٫۰۰±۱۱٫۲۵	۸۳٫۵۰±۹٫۳۹	زمان×گروه	۰٫۰۰۴	۰٫۲۵
	کنترل	۹۵٫۲۵±۱۸٫۶۷	۱۰۰٫۸۷±۲۳٫۲۶			

علامت * نشان دهنده تفاوت معنی دار نسبت به پیش آزمون است.

علامت a نشان دهنده تفاوت معنی دار نسبت به گروه کنترل است.

علامت C نشان دهنده تفاوت معنی دار نسبت به گروه مدیتیشن است.

سطح معنی داری در تمامی موارد کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شده است. داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف استاندارد گزارش شده است.

بحث

ماتوس و همکاران (۲۰۱۸) نیز نشان دادند که ۸ هفته تمرین اینتروال شدید در افراد چاق باعث کاهش معنی دار شاخص HOMA-IR شد (۲۳). کاظمی و همکاران (۱۳۹۷) نیز کاهش معنی دار در میزان شاخص HOMA-IR را پس از ۸ هفته تمرینات اینتروال شدید در زنان دیابتی نوع دو گزارش کردند (۲۴). صفری موسوی و همکاران (۱۳۹۷) نیز کاهش مقاومت انسولینی را پس از ۱۲ هفته تمرینات اینتروال شدید در افراد پیش‌دیابتی نشان دادند (۲۵). اغلب مطالعات همسو با مطالعه حاضر بهبود در شاخص‌های حساسیت انسولینی و مقاومت انسولینی را با تمرینات اینتروال شدید نشان دادند که دلیل احتمالی آن ممکن است کاهش چربی احشایی، بهبود مسیر متابولیکی انسولین از جمله مسیر AKT، بهبود مسیرهای AMPK و افزایش محتوای GLUT4 با تمرینات اینتروال شدید باشد (۲۲، ۲۳، ۲۵). در مطالعه حاضر شاخص مقاومت انسولینی (HOMA-IR) با گروه مدیتیشن بهبود را نشان داده

در پژوهش حاضر ۱۲ هفته تمرین اینتروال شدید پیاده‌روی به طور معنی داری باعث بهبود در هر سه شاخص حساسیت و مقاومت انسولینی نسبت به گروه کنترل شد. همچنین، در شاخص‌های QUICKI و HOMA-IR نیز بهبود معنی داری نسبت به مدیتیشن نشان داد. گروه مدیتیشن تنها در HOMA-IR کاهش معنی داری نسبت به گروه کنترل داشت. درصد تغییرات به طور میانگین برای شاخص QUICKI در گروه تمرینات اینتروال شدید و گروه مدیتیشن به ترتیب ۹/۵٪ و ۲/۵٪، برای شاخص McAuley به ترتیب ۷/۴٪ و ۲/۱٪ و برای HOMA-IR به ترتیب ۴۳/۸٪- و ۱۴/۲٪- بود. همسو با مطالعه حاضر نتایج مطالعه محمدی و همکاران (۲۰۲۲) نشان داد تمرینات اینتروال شدید در بیماران دیابتی باعث افزایش شاخص‌های حساسیت انسولینی QUICKI و McAuley و کاهش شاخص مقاومت انسولینی HOMA-IR می‌شود (۲۲).

بود که نتایج برخی از مطالعات با مطالعه حاضر همسو می‌باشد. دال پاتو و همکاران (۲۰۲۲) در یک مطالعه تصادفی کنترل شده نشان دادند که ۱۲ هفته مدیتیشن باعث کاهش شاخص HOMA-IR در بیماران دیابتی نوع دو شد (۲۶). پل-لابرادور و همکاران (۲۰۰۶) نیز بهبود مقاومت انسولینی بعد از ۱۶ هفته مدیتیشن را در بیماران قلبی نشان دادند (۲۷). بنظر می‌رسد که مکانیسم احتمالی در بهبود مقامات انسولینی توسط مدیتیشن ممکن است بهبود عملکرد سیستم اتونوم، حرکت روده‌ای و سیستم عصبی-هورمونی باشد. همچنین، مدیتیشن با کاهش استرس با تحریک مسیر سیستم سمپاتوآدرنال و محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنوکورتیکال بر ترشح کاتکولامین‌ها، کورتیزول، سیستم رنین-آنژیوتانسین و ترشح اینترلوکین-۶ اثر گذار باشد که این مسیرها در کنترل متابولیسی نقش بسزایی دارند (۲۶، ۲۷).

در مطالعه حاضر تمرین ایتروال شدید پیاده‌روی باعث بهبود گلوکز و انسولین ناشتا و هموگلوبین A1c نسبت به گروه کنترل و پیش‌آزمون گردید. اما، تفاوت معنی‌داری با گروه مدیتیشن نداشت. گروه مدیتیشن نیز تنها در انسولین کاهش نسبت به گروه کنترل را نشان داد. با این حال، در هر سه شاخص گلیسمیک نسبت به پیش‌آزمون تغییر معنی‌داری را نشان داده است. درصد تغییرات به طور میانگین برای گلوکز ناشتا در گروه تمرینات ایتروال شدید و گروه مدیتیشن به ترتیب $22/2\%$ - و $6/2\%$ -، برای انسولین ناشتا به ترتیب $19/7\%$ - و $8/1\%$ - و برای هموگلوبین A1c به ترتیب $18/6\%$ - و 11% - بود. اغلب مطالعات پیشین انجام شده بهبود معنی‌دار شاخص‌های گلیسمیک را با تمرینات ایتروال شدید نشان داده‌اند (۲۲، ۲۳). همچنین، نتایج مطالعات آلوارز و همکاران (۲۰۱۶)، میتراون و همکاران (۲۰۱۴)، ابوالفتحی و همکاران (۲۰۱۵) با مطالعه حاضر همسو بود (۲۸-۳۰). اما نتایج مطالعات رودال و همکاران (۲۰۱۶)، کاسیدی و همکاران (۲۰۱۶) و کارستوف و همکاران (۲۰۱۳) با مطالعه حاضر همسو بود (۱۳، ۲۰، ۳۱). رودال و همکارانش (۲۰۱۶) عدم بهبود شاخص‌های گلیسمیک را حجم پایین تمرینات گزارش کردند. عدم ناهم‌سویی در نتایج کاسیدی و همکاران (۲۰۱۶) ممکن است مربوط به تفاوت در جنسیت (نسبت بیشتر مردان به زنان)، نوع مداخله انجام شده (در مطالعه آنها از چرخ‌کارسنج استفاده شده است که میزان عضلات درگیر در

چرخ‌کارسنج کمتر است) و BMI بالای شرکت‌کنندگان نسبت به مطالعه حاضر باشد. کارستوف و همکاران (۲۰۱۳) تأثیر ۱۲ هفته تمرین پیاده‌روی ایتروال شدید را در بیماران دیابتی بررسی کردند و نتایج آنها عدم تفاوت معنی‌دار در هموگلوبین A1c و گلوکز ناشتا را نشان داد و تنها انسولین ناشتا کاهش معنی‌داری داشت. عدم ناهم‌سویی ممکن است به سن بالای آزمودنی‌ها در آن پژوهش (بالای ۸۸ سال) و شدت پایین تمرینات ایتروال شدید (نزدیک 70% ضربان قلب بیشینه حین فعالیت) مرتبط باشد. مکانیسم احتمالی بهبود شاخص‌های گلیسمیک در این پژوهش و پژوهش‌های مشابه به طور کامل روشن نیست. ولی فرض بر این است که تمرینات ایتروال شدید باعث افزایش محتوای میتوکندری عضلانی، افزایش ناشی از ورزش در میزان پروتئین انتقال دهنده گلوکز و تغییرات در برون‌ده گلوکز کبدی می‌شود (۳۲). همچنین، تمرین ایتروال شدید می‌تواند باعث کاهش چربی احشایی، بهبود مسیر متابولیسی انسولین از جمله AKT، بهبود مسیرهای AMPK و افزایش محتوای GLUT4 گردد (۲۲، ۲۳). در پژوهش حاضر مدیتیشن به روش سیلوا باعث بهبود شاخص‌های گلیسمیک نسبت به پیش‌آزمون در این بیماران شد. با این حال، به جز کاهش معنی‌دار در میزان انسولین نسبت به گروه کنترل، در میزان گلوکز و هموگلوبین A1c تفاوت معنی‌داری نسبت به گروه کنترل مشاهده نشد. مطالعات پیشین همسو با مطالعه حاضر بهبود در کنترل گلیسمیک را با روش‌های روانشناختی مانند مدیتیشن و ریلکسیشن نشان داده‌اند (۱۷، ۲۶، ۲۷، ۳۳). مکانیسم احتمالی مدیتیشن به عنوان یک مداخله روانشناختی در مطالعه حاضر می‌تواند به دو صورت مستقیم و غیرمستقیم تأثیرگذار باشد. مطالعات اخیر نشان داده است که مداخلات مثبت روانشناختی مدیتیشن باعث پایداری بیماران به انجام فعالیت بدنی، مصرف منظم دارو، کنترل رژیم غذایی و در نتیجه بهبود شاخص‌های گلیسمیک می‌شود. همچنین، مطالعات نشان دادند که این نوع مداخلات تمرینی روانشناختی با تأثیر بر مسیرهای عصبی-هورمونی به‌ویژه محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال، کاهش افسردگی، کاهش استرس و کاهش پپتید-C باعث بهبود مستقیم شاخص‌های گلیسمیک در بیماران دیابتی شوند (۱۷، ۲۷).

در مطالعه حاضر تمرینات ایتروال شدید پیاده‌روی باعث بهبود پروفایل لیپیدی در بیماران دیابتی شد. درصد تغییرات به

از روش‌های مختلف مدیتیشن و یا مدت زمان بکارگیری این نوع تمرینات باشد (۲۶، ۲۷). با توجه به اینکه بیماران دیابتی با استرس‌ها و فشار روانی بالایی مواجه هستند (۱۷) و از طرفی استرس و فشارهای روانی باعث ایجاد شرایط دیس‌لیپیدمی با افزایش سطوح تری‌گلیسرید، LDL و HDL می‌شود (۳۶). به نظر می‌رسد تمرین مدیتیشن به روش سیلوا با اینکه تاثیر معنی‌داری از لحاظ آماری بر برخی متغیرهای پروفایل لیپیدی نداشتند ولی از بدتر شدن وضعیت این بیماران و ایجاد شرایط دیس‌لیپیدمی جلوگیری کرد. از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به عدم کنترل تغذیه در بیماران دیابتی و اجرای مدیتیشن زیر نظر مستقیم محققان در یک سالن اشاره کرد.

نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که ۱۲ هفته تمرین اینتروال شدید پیاده‌روی باعث بهبود حساسیت و مقاومت انسولینی، شاخص‌های گلاسیمیک و پروفایل لیپیدی در زنان دیابتی نوع دو شد. ولی مدیتیشن به روش سیلوا تنها باعث بهبود مقاومت انسولینی، انسولین ناشتا و HDL شد. با این حال، اثربخشی تمرینات پیاده‌روی اینتروال در تمامی متغیرها پررنگ‌تر و بیشتر از مدیتیشن به روش سیلوا بود. با توجه به تاثیر هر دو روش در بیماران دیابتی، به نظر می‌رسد که ترکیب این دو شیوه اثرگذاری بهتری در بیماران دیابتی داشته باشد که نیاز به مطالعات بیشتری در آینده دارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان نهایت تشکر و قدردانی را از آزمودنی‌های شرکت کننده در پژوهش حاضر، پزشکان و انجمن دیابت استان که در طول پژوهش یاری رسان بودند، به عمل می‌آورند.

طور میانگین برای تری‌گلیسرید در گروه تمرینات اینتروال شدید و گروه مدیتیشن به ترتیب $17/3\%$ و $5/9\%$ - برای HDL به ترتیب $16/4\%$ و $4/2\%$ و برای LDL به ترتیب $6/6\%$ و $2/4\%$ - بود. نتایج مطالعه حاضر با نتایج برخی مطالعات از جمله محمدی و همکاران (۲۰۲۲)، ماتوس و همکاران (۲۰۱۸)، آوارز و همکاران (۲۰۱۶)، میترانون و همکاران (۲۰۱۴) همسو می‌باشد (۲۲، ۲۳، ۲۸، ۲۹). اما با نتایج مطالعات کاسیدی و همکاران (۲۰۱۶)، ابوالفتحی و همکاران (۲۰۱۵)، و کارستوف و همکاران (۲۰۱۳) ناهمسو می‌باشد (۱۳، ۳۰، ۳۱). دلیل ناهمسوئی نتایج ممکن است تفاوت در جنسیت آزمودنی‌ها، سن بالای آزمودنی‌ها، میزان بالای BMI و شدت پایین تمرینات در آن مطالعات نسبت به مطالعه حاضر باشد. به طور کل چگونگی مکانیسم تاثیر ورزش بر بهبود پروفایل لیپیدی مشخص نیست، اما چند مکانیسم احتمالی در برخی مطالعات اشاره شده است. یکی از این مکانیسم‌ها افزایش فعالیت لیپوپروتئین لیپاز می‌باشد که مسئول تجزیه شیلومیکرون‌ها و تری‌گلیسرید می‌باشد. (۳۴). مکانیسم دیگر می‌تواند افزایش بیان ژن ABCA1 با ورزش باشد. بدین طریق که افزایش بیان این ژن در ماکروفاژها که احتمالاً در روند ورزش صورت می‌گیرد، نقش مستقیمی در معکوس کردن شرایط دیس‌لیپیدمی دارد. قنبری نیکی و همکاران (۲۰۰۷) به این نتیجه رسیدند که فعالیت ورزشی صرف نظر از شدت آن باعث افزایش بیان ژن ABCA1 می‌شود (۳۵). در پژوهش حاضر مدیتیشن به روش سیلوا تنها باعث افزایش معنی‌دار HDL شد، ولی TG و LDL تغییر معنی‌داری نداشتند. در مطالعات پیشین مدیتیشن با روش‌های مختلف باعث بهبود پروفایل چربی شده بود ولی در مطالعه حاضر فقط بر HDL اثر گذاشته است که ممکن است دلیل این ناهمسوئی نتایج استفاده

منابع

1. Saeedi P, Petersohn I, Salpea P, Malanda B, Karuranga S, Unwin N, et al. Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: Results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas, 9(th) edition. *Diabetes research and clinical practice*. 2019;157:10784. DOI: 10.1016/j.diabres.2019.107843.
2. Khodakarami R, Abdi Z, Ahmadnezhad E, Sheidaei A, Asadi-Lari M. Prevalence, awareness, treatment and control of diabetes among Iranian population: results of four national cross-sectional STEPwise approach to surveillance surveys. *BMC Public Health*. 2022;22(1):1216. DOI:10.1186/s12889-022-13627-6.
3. Galicia-Garcia U, Benito-Vicente A, Jebari S, Larrea-Sebal A, Siddiqi H, Uribe KB, et al. Pathophysiology of type 2 diabetes mellitus. *International journal of molecular sciences*. 2020;21(17):DOI: 10.3390/ijms21176275.
4. Forbes JM, Cooper ME. Mechanisms of diabetic complications. *Physiological reviews*. 2013;93(1):137-88. DOI:10.1152/physrev.00045.2011.
5. Bakhti M, Böttcher A, Lickert H. Modelling the endocrine pancreas in health and disease. *Nature reviews. Endocrinology*. 2019;15(3):155-71. DOI: 10.1038/s41574-018-0132-z.
6. Park SE, Park CY, Sweeney G. Biomarkers of insulin sensitivity and insulin resistance: Past, present and future. *Critical reviews in clinical laboratory sciences*. 2015;52(4):180-90. DOI: 10.3109/10408363.2015.1023429.

7. McAuley KA, Williams SM, Mann JI, Walker RJ, Lewis-Barned NJ, Temple LA, et al. Diagnosing insulin resistance in the general population. *Diabetes Care*. 2001;24(3):460-4. DOI:10.2337/diacare.24.3.460.
8. Sarafidis PA, Lasaridis AN, Nilsson PM, Pikilidou MI, Stafilas PC, Kanaki A, et al. Validity and reproducibility of HOMA-IR, 1/HOMA-IR, QUICKI and McAuley's indices in patients with hypertension and type II diabetes. *Journal of human hypertension*. 2007;21(9):709-16. DOI: 10.1038/sj.jhh.1002201.
9. Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, Riddell MC, Dunstan DW, Dempsey PC, et al. Physical activity/exercise and diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes care*. 2016;39(11):2065-79. DOI: 10.2337/dc16-1728.
10. Shamsi M, Sharifirad G, Kachoyee A, Hassanzadeh A. The effect of educational program walking based on health belief model on control sugar in woman by type 2 diabetics. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*. 2009;11(5):490-597. [In Persian].
11. Francois ME, Little JP. Effectiveness and safety of high-intensity interval training in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Spectrum*. 2015;28(1):39-44. DOI: 10.2337/diaspect.28.1.39.
12. Jelleyman C, Yates T, O'Donovan G, Gray LJ, King JA, Khunti K, et al. The effects of high-intensity interval training on glucose regulation and insulin resistance: a meta-analysis. *Obesity reviews*. 2015;16(11):942-61. DOI: 10.1111/obr.12317.
13. Karstoft K, Winding K, Knudsen SH, Nielsen JS, Thomsen C, Pedersen BK, et al. The effects of free-living interval-walking training on glycemic control, body composition, and physical fitness in type 2 diabetic patients: a randomized, controlled trial. *Diabetes care*. 2013;36(2):228-36. DOI:10.2337/dc12-0658.
14. L Medina W, Wilson D, de Salvo V, Vannucchi B, de Souza L, Lucena L, et al. Effects of mindfulness on diabetes mellitus: rationale and overview. *Current diabetes reviews*. 2017;13(2):141-7. DOI: 10.2174/1573399812666160607074817.
15. Brandmeyer T, Delorme A, Wabbeh H. The neuroscience of meditation: classification, phenomenology, correlates, and mechanisms. *Progress in brain research*. 2019;244:1-29. DOI:10.1016/bs.pbr.2018.10.020.
16. Krygier JR, Heathers JA, Shahrestani S, Abbott M, Gross JJ, Kemp AH. Mindfulness meditation, well-being, and heart rate variability: a preliminary investigation into the impact of intensive Vipassana meditation. *International journal of psychophysiology*. 2013;89(3):305-13. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2013.06.017.
17. DiNardo MM. Mind-body therapies in diabetes management. *Diabetes spectrum*. 2009;22(1):30-4. DOI: 10.2337/diaspect.22.1.30.
18. Silva J, Stone RB. The silva mind control method for getting help from your other side: *Pocket Books*; 1989.
19. Oliveros JC, Selman AM, Ortiz T, Arrigain S. [Silva's Method of mental control and changes in the EEG alpha rhythm]. *Actas Luso Esp Neurol Psiquiatr Cienc Afines*. 1994;22(6):290-1. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7887211/>.
20. Revdal A, Hollekim-Strand SM, Ingul CB. Can time efficient exercise improve cardiometabolic risk factors in type 2 diabetes? a pilot study. *Journal of sports science & medicine*. 2016;15(2):308-13. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27274669>.
21. Silva J, Stone RB. You the Healer: The World-Famous Silva Method on How to Heal Yourself and Others: *H. J. Kramer Incorporated*; 1989.
22. Mohammadi A, Bijeh N, Moazzami M, Kazem K, Rahimi N. Effect of exercise training on spexin level, appetite, lipid accumulation product, visceral adiposity index, and body composition in adults with type 2 diabetes. *Biological research for nursing*. 2022;24(2):152-62. DOI:10.1177/10998004211050596.
23. Matos MAd, Vieira DV, Pinhal KC, Lopes JF, Dias-Peixoto MF, Pauli JR, et al. High-intensity interval training improves markers of oxidative metabolism in skeletal muscle of individuals with obesity and insulin resistance. *Frontiers in Physiology*. 2018;9. DOI: 10.3389/fphys.2018.01451.
24. Kazemi A, Imani N, Banitalebi E. An investigation of the effects of the 8-week intense interval training and combined strength-endurance training on secreted protein acidic and rich in cysteine (sparc) levels in women with type 2 diabetes. *Community Health Journal*. 2018;12(2):47-56. DOI:10.22123/chj.2018.85458. [In Persian].
25. safari mosavi ss, Mohebbi H, Rohani H. The effect of 12 weeks of continuous training at Fatmax intensity and anaerobic threshold and high intensity interval training on insulin resistance index in Pre Diabetes Patient. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2018;5(1):53-61. DOI: 10.22049/jassp.2019.26552.1221. [In Persian].
26. Dalpatadu KPC, Galappathay P, Katulanda P, Jayasinghe S. Effects of meditation on physiological and metabolic parameters in patients with type 2 diabetes mellitus "MindDM": study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2022;23(1):821. DOI: 10.1186/s13063-022-06771-2.
27. Paul-Labrador M, Polk D, Dwyer JH, Velasquez I, Nidich S, Rainforth M, et al. Effects of a randomized controlled trial of transcendental meditation on components of the metabolic syndrome in subjects with coronary heart disease. *Archives of Internal Medicine*. 2006;166(11):1218-24. DOI:10.1001/archinte.166.11.1218.
28. Alvarez C, Ramirez-Campillo R, Martinez-Salazar C, Mancilla R, Flores-Opazo M, Cano-Montoya J, et al. Low-volume high-intensity interval training as a therapy for type 2 diabetes. *International journal of sports medicine*. 2016;37(9):723-9. DOI:10.1055/s-0042-104935.
29. Mitranun W, Deerochanawong C, Tanaka H, Suksom D. Continuous vs interval training on glycemic control and macro- and microvascular reactivity in type 2 diabetic patients. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2014;24(2):e69-e76. DOI:10.1111/sms.12112
30. Abolfathi F, ranjbar R, Shakerian S, Yazdanpanah L. The effect of eight weeks aerobic interval training on adiponectin serum levels, lipid profile and hs-crp in women with type ii diabetes. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*. 2015d. <http://ijem.sbm.ac.ir/article-1-1967-en.html>. [In Persian].
31. Cassidy S, Thoma C, Hallsworth K, Parikh J, Hollingsworth KG, Taylor R, et al. High intensity intermittent exercise improves cardiac structure and function and reduces liver fat in patients with type 2 diabetes: a randomised controlled trial. *Diabetologia*. 2016;59(1):56-66. DOI: 10.1007/s00125-015-3741-2.
32. Little JP, Gillen JB, Percival ME, Safdar A, Tarnopolsky MA, Punthakee Z, et al. Low-volume high-intensity interval training reduces hyperglycemia and increases muscle mitochondrial capacity in patients with type 2 diabetes. *Journal of applied physiology*. 2011;111(6):1554-60. DOI: 10.1152/jappphysiol.00921.2011.

33. Huffman JC, DuBois CM, Millstein RA, Celano CM, Wexler D. Positive psychological interventions for patients with type 2 diabetes: rationale, theoretical model, and intervention development. *Journal of diabetes research*. 2015;2015. DOI: 10.1155/2015/428349.
34. Duncan GE, Perri MG, Theriaque DW, Hutson AD, Eckel RH, Stacpoole PW. Exercise training, without weight loss, increases insulin sensitivity and postheparin plasma lipase activity in previously sedentary adults. *Diabetes care*. 2003;26(3):557-62. DOI: 10.2337/diacare.26.3.557.
35. Ghanbari-Niaki A, Khabazian BM, Hossaini-Kakhak SA, Rahbarizadeh F, Hedayati M. Treadmill exercise enhances ABCA1 expression in rat liver. *Biochemical and biophysical research communications*. 2007;361(4):841-6. DOI: 10.1016/j.bbrc.2007.07.100.
36. Assadi SN. What are the effects of psychological stress and physical work on blood lipid profiles? *Medicine (Baltimore)*. 2017;96(18). DOI: 10.1097/MD.0000000000006816.

The effect of high intensity interval training compared to meditation on QUICKI, McAuley, HOMA-IR Indices, glycemic indices, and lipid profile in women with Type 2 Diabetes

Salar Sabziparvar¹, Mohammadreza Zolfeghar Didani², Kazem Khodaei^{2*}

1. PhD Candidate, Department of Exercise Physiology and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, Urmia University, Urmia, Iran
2. Assistant Professor, Department of Exercise Physiology and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, Urmia University, Urmia, Iran

Received: 2023/08/08

Revised: 2023/09/12

Accepted: 2023/12/05

Abstract

***Correspondence:**

Email:

k.khodaei@urmia.ac.ir

Introduction and Purpose: The increasing use of non-pharmacological treatment methods such as exercise and meditation in the management of diabetes is very important to improve the physical and mental condition of diabetic patients. The purpose of present study was to investigate the effect of high intensity interval training (HIIT) vs. meditation on insulin sensitivity indices, glycemic indices, and lipid profile in women with type 2 diabetes.

Material and Methods: 30 middle-aged diabetic women were randomly assigned and divided into three groups include HIIT, meditation, and control. Serum glucose, insulin, Glycated hemoglobin, triglyceride, high-density lipoprotein (HDL), and low-density lipoprotein (LDL) levels were measured fasting 48 hours before and after the intervention. Insulin sensitivity and resistance indices were calculated based on formulas. HIIT was carried out for 12 weeks and three sessions per week and meditation for 12 weeks and all days of the week. For between-group comparison, Two-way Mixed ANOVA and Tukey's post-hoc test was used, and paired T-test was used for analysis of within-group differences.

Results: QUICKI, McAuley, HOMA-IR, glucose, insulin, glycated hemoglobin, and lipid profile showed a significant improvement in the HIIT group compared to the control group ($P \leq 0.05$). Furthermore, fasting glucose, QUICKI, and HOMA-IR in the HIIT group had a significant improvement compared to the meditation group ($P \leq 0.05$). The meditation group also significantly improved HOMA-IR, insulin, and HDL compared to the control group ($P \leq 0.05$).

Discussion and Conclusion: The findings of the present study showed that both HIIT and meditation could improve insulin sensitivity and resistance, some glycemic indices and lipid profile in women with type 2 diabetes. However, the effectiveness of HIIT was more pronounced than meditation in most variables. To gain a better understanding of the efficiency of both methods, more research is necessary.

Key Words: High intensity interval training, Meditation, Glycemic indexes, Lipid profile, Type II diabetes.