

تأثیر تمرین تناوبی شدید کم‌حجم نظارت‌شده و نظارت‌نشده بر برخی شاخص‌های متابولیک و آتروژنیک در مردان مبتلا به دیابت نوع دو

مهدی زارعی^۱، کاظم خدایی^۲، جواد نخزری خداخیر^۳، آرش محمدی^۴

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: فعالیت بدنی و تمرینات ورزشی به عنوان بخشی جدایی‌ناپذیر از مدیریت و کنترل متابولیک و عوامل قلبی-عروقی در دیابت نوع دو شناخته می‌شود. هدف از مطالعه‌ی حاضر، مقایسه‌ی تأثیر تمرین تناوبی شدید کم‌حجم نظارت‌شده و نظارت‌نشده بر برخی شاخص‌های متابولیک و آتروژنیک در مردان مبتلا به دیابت نوع دو بود.

روش‌ها: در این مطالعه‌ی نیمه‌تجربی، ۳۰ مرد مبتلا به دیابت نوع دو به صورت تصادفی در سه گروه مساوی (۱۰ نفر) تمرین تناوبی شدید کم‌حجم نظارت‌شده، تمرین تناوبی شدید کم‌حجم نظارت‌نشده و کنترل تقسیم شدند. آزمودنی‌های گروه‌های تجربی سه جلسه در هفته به مدت هشت هفته به اجرای تمرینات تناوبی شدید کم‌حجم پرداختند. قبل و پس از مداخله، جهت اندازه‌گیری گلوکز ناشتا، پروفایل لیپیدی به منظور محاسبه‌ی شاخص آتروژنیک پلاسما، شاخص خطر کاستلی و ضریب آتروژنیک از آزمودنی‌ها نمونه‌های خونی به عمل آمد. از آزمون تحلیل کواریانس، آزمون تعقیبی LSD و سطح معنی‌داری $P < 0.05$ جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد.

یافته‌ها: بعد از هشت هفته، توده‌ی چربی بدن ($P = 0.01$)، گلوکز ناشتا ($P = 0.01$)، کلسترول تام ($P = 0.01$)، تری‌گلیسرید ($P = 0.01$) و شاخص آتروژنیک پلاسما ($P = 0.01$) در گروه تمرین تناوبی شدید کم‌حجم نظارت‌شده در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی‌داری کاهش یافت. تغییر معنی‌داری در وزن بدن ($P = 0.08$)، شاخص توده‌ی بدنی ($P = 0.06$)، شاخص خطر کاستلی ($P = 0.08$)، ضریب آتروژنیک ($P = 0.08$)، کلسترول لیپوپروتئین با چگالی کم ($P = 0.71$) و کلسترول لیپوپروتئین با چگالی بالا ($P = 0.22$) بین گروه‌ها مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: مطالعه‌ی حاضر نشان داد که تمرین تناوبی شدید کم‌حجم بصورت نظارت‌شده می‌تواند با صرفه‌جویی در مدت زمان تمرین منجر بهبود معنادار شاخص‌های متابولیکی و قلبی‌عروقی در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو گردد. اما این میزان بهبود در تمرینات نظارت‌نشده مشاهده نمی‌شود.

واژگان کلیدی: تمرین تناوبی؛ پروفایل لیپیدی؛ دیابت نوع دو

ارجاع: زارعی مهدی، خدایی کاظم، نخزری خداخیر جواد، محمدی آرش. تأثیر تمرین تناوبی شدید کم‌حجم نظارت‌شده و نظارت‌نشده بر برخی شاخص‌های متابولیک و آتروژنیک در مردان مبتلا به دیابت نوع دو. مجله دانشکده پزشکی اصفهان ۱۴۰۴؛ ۴۳ (۸۲۰): ۷۱۲-۷۲۱.

مقدمه

دیابت نوع دو (T2DM (Type 2 diab) یکی از شایع‌ترین اختلالات متابولیک در سراسر جهان است و توسعه‌ی آن عمدتاً به دلیل ترکیبی از دو عامل اصلی ترشح معیوب انسولین توسط سلول‌های β پانکراس و ناتوانی یافتن حساس به انسولین در پاسخ به انسولین ایجاد می‌شود. نقص در هر یک از مکانیسم‌های درگیر می‌تواند منجر به عدم تعادل متابولیک شود که منجر به پاتوژنز T2DM می‌شود (۱).

به نقل از سازمان بهداشت جهانی (World Health Organization) WHO دیابت یک بیماری متابولیک مزمن است که با افزایش سطح گلوکز خون مشخص می‌شود که در طول زمان منجر به آسیب به قلب، عروق، چشم‌ها، کلیه‌ها و اعصاب می‌شود (۲). پیشرفت بیماری باعث می‌شود ترشح انسولین نتواند هموستاز گلوکز را حفظ کند و هیپرگلیسمی ایجاد می‌کند. بیماران مبتلا به T2DM عمدتاً با چاق بودن یا داشتن درصد چربی بدن بالاتر، عمدتاً در ناحیه شکم مشخص

۱- استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه نیشابور، نیشابور، ایران

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

۳- استادیار، گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

۴- دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی، مرکز آموزش علمی کاربردی سبزوار ۲، سبزوار، ایران

نویسنده‌ی مسؤؤل: مهدی زارعی؛ استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه نیشابور، نیشابور، ایران

Email: Meh dizare i@ne yshabur.ac.ir

اکثر مطالعات حضور زیاد در برنامه‌های تمرینی تحت نظارت را گزارش می‌کنند (حدود ۸۰ تا ۹۰ درصد) (۵، ۱۲-۱۴)، اگرچه اغلب هیچ نشانه‌ای از پایبندی به نسخه ورزشی ندارند. از این رو، استفاده از مداخلات تحت نظارت برای بررسی اثربخشی مداخلات ورزشی جای تعجب ندارد. با این حال، یک سوال مهم بهداشت عمومی این است که آیا این مزایای سلامتی را می‌توان بدون نظارت به دست آورد و/یا اینکه آیا یک مرحله تمرین ورزشی تحت نظارت، پایبندی طولانی‌مدت را در صورت حذف یا کاهش نظارت افزایش می‌دهد. بنابراین هدف از مطالعه حاضر، بررسی تأثیر تمرینات تناوبی شدید کم‌حجم بصورت نظارت‌شده و نظارت‌نشده بر برخی شاخص‌های متابولیک و آتروژنیک در مردان مبتلا به دیابت نوع دو بود.

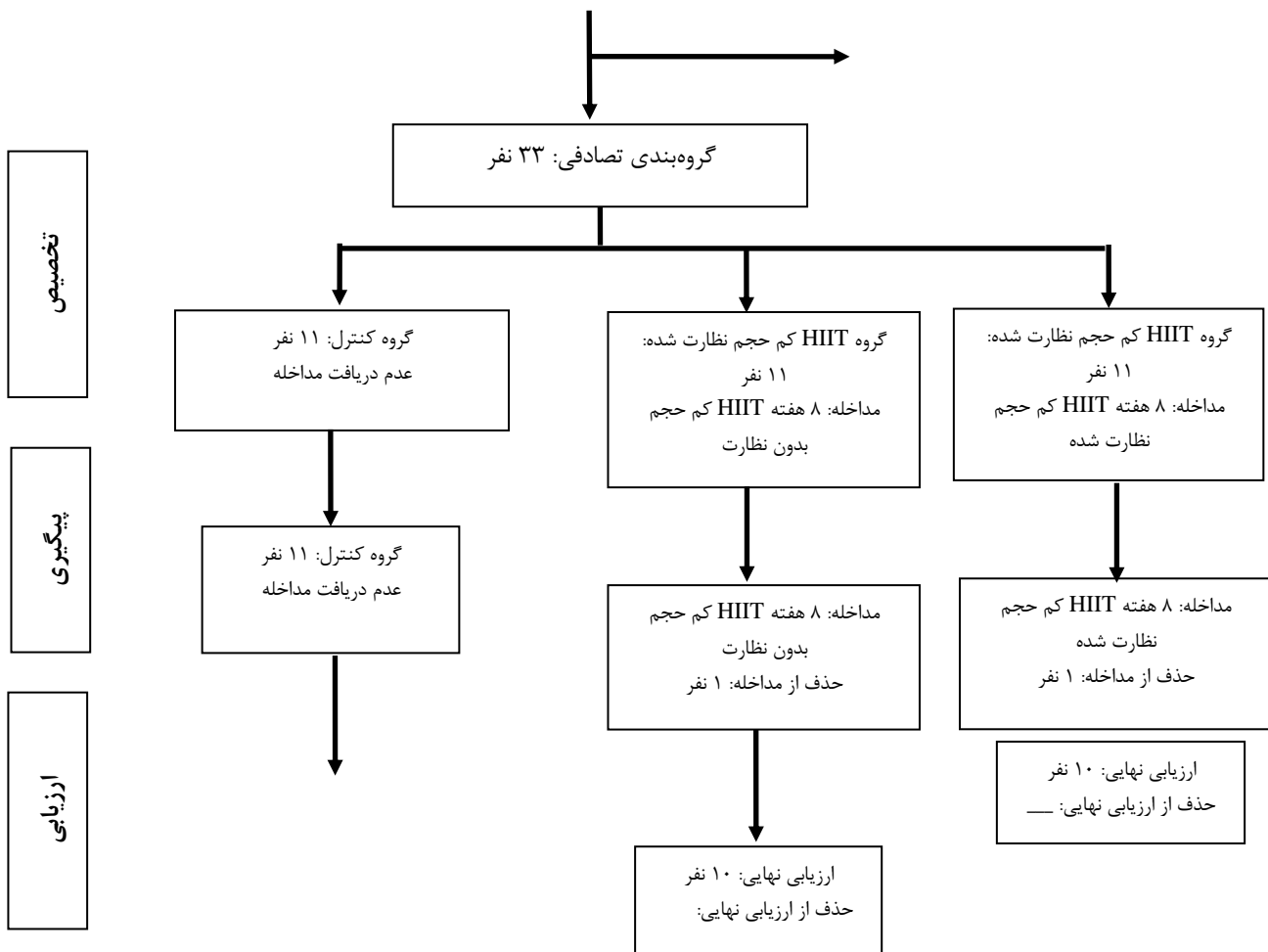
روش‌ها

مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با دو گروه تجربی و یک گروه کنترل بود. جامعه آماری مطالعه حاضر شامل تمام مردان ۵۵-۳۰ سال مبتلا به دیابت نوع دو شهرستان سبزوار بود که پس از اطلاع‌رسانی و فراخوان از بین داوطلبان شرکت در پژوهش و دارای معیارهای ورود به مطالعه، ۳۳ نفر انتخاب شدند. پس از تکمیل پرسشنامه آمادگی برای شروع فعالیت ورزشی توسط آزمودنی‌ها، آزمودنی‌ها توسط پزشک مورد معاینه قرار گرفته تا صحت سلامت آنها به منظور شرکت در تمرینات مورد تأیید قرار گیرد. آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در سه گروه تمرینات ورزشی تناوبی شدید کم‌حجم نظارت شده (۱۰ نفر) و گروه تمرینات ورزشی تناوبی شدید کم‌حجم نظارت‌نشده (۱۰ نفر)، و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. گروه‌های تمرینی به مدت هشت هفته، سه بار در هفته پروتکل تمرینی را اجرا کردند. قبل و بعد از هشت هفته اندازه‌گیری‌های آنروپومتری، فیزیولوژیکی و نمونه‌های خونی از آزمودنی‌ها گرفته شد. معیارهای ورود به مطالعه آزمودنی‌ها شامل مردان ۳۰ تا ۵۵ سال مبتلا به دیابت نوع دو با نظر پزشک متخصص، نداشتن بیماری‌های قلبی-عروقی، اسکلتی عضلانی و متابولیکی محدودکننده فعالیت ورزشی، عدم ابتلا به بیماری پرفشارخونی، نداشتن سابقه فعالیت ورزشی منظم طی شش ماه اخیر و عدم استعمال سیگار و عدم داشتن زخم پا بود. طی جلسه‌ای داوطلبان شرکت در این طرح با نوع مطالعه، اهداف و روش اجرا، فواید و خطرات احتمالی آن آشنا شده و رضایت‌نامه آگاهانه از هریک از آزمودنی‌ها اخذ گردید (شکل ۱). شاخص‌های آنروپومتری آزمودنی‌ها شامل قد، وزن، توده چربی بدن و شاخص توده‌ی بدنی با حداقل لباس و بدون کفش اندازه‌گیری شد. وزن آزمودنی‌ها با ترازوی ساخت آلمان با دقت ۰/۱ کیلوگرم و قد آنها توسط متر نواری با دقت ۰/۵ سانتی‌متر اندازه‌گیری

می‌شوند. عوامل اصلی اپیدمی T2DM افزایش جهانی چاقی، سبک زندگی کم‌تحرک، رژیم‌های غذایی پرکالری و پیری جمعیت است که میزان بروز و شیوع T2DM را چهار برابر کرده است (۳، ۴).

مداخلات سبک زندگی، از جمله ورزش، درمان‌های خط اول برای درمان T2DM هستند. ورزش هوازی به عنوان یک درمان چند وجهی شناخته شده است که می‌تواند تعدادی از عوامل خطر متابولیک قلبی مانند هیپرگلیسمی (۵) و مقاومت به انسولین (۶) را در افراد مبتلا به T2DM بهبود بخشد. بیانیه فعالیت بدنی و وضعیت ورزش انجمن دیابت آمریکا توصیه می‌کند که افراد مبتلا به دیابت حداقل ۱۵۰ دقیقه در هفته ورزش هوازی با شدت متوسط تا شدید انجام دهند (۷). در چند سال اخیر، تمرین تناوبی با شدت بالا (High-intensity interval training) HIIT برای بهبود آمادگی قلبی تنفسی و پیامدهای سلامت قلبی متابولیک در افراد مبتلا به شرایط قلبی متابولیک مورد توجه قرار گرفته است (۸). مطالعات نشان داده اند که HIIT به نظر می‌رسد یک استراتژی تمرینی موثر برای افراد مبتلا به T2DM باشد. HIIT کم‌حجم، که معمولاً شامل کمتر از ۱۵ دقیقه ورزش با شدت بالا در هر جلسه است، به دلیل ماهیت زمان کارآمد و فواید سلامت ادعا شده به طور فزاینده‌ای در جمعیت‌های سالم و بالینی مورد توجه قرار گرفته است. یافته‌های کارآزمایی‌های اخیر نشان می‌دهد که HIIT با حجم کم می‌تواند علیرغم نیاز به صرف زمان کمتر و انرژی کمتر، بهبودهای مشابه و در مواقعی بیشتر در آمادگی قلبی تنفسی، کنترل گلوکز، فشار خون، و عملکرد قلبی ایجاد کند (۹). اگرچه مطالعات بیشتری برای تأیید این فرض و مکانیسم‌های دقیق آن مورد نیاز است (۹). با توجه به گزارش‌شده کمبود زمان که یکی از رایج‌ترین موانع فعالیت بدنی، از جمله ورزش، در افراد مبتلا به T2DM است (۱۰)، HIIT کم‌حجم ممکن است یک استراتژی مؤثر در زمان برای بهبود کنترل متابولیک و سلامت قلبی-عروقی در T2DM باشد.

چالش مداوم برای پزشکان سلامت، افزایش پایبندی به تمرینات ورزشی است. پایبندی چند عاملی است. نه تنها حضور در جلسات تمرین ورزشی حیاتی است، بلکه توانایی تکمیل برنامه‌ی تمرینی (به عنوان مثال شدت و مدت تمرینات هوازی و مقاومتی تجویز شده) در طول هر جلسه ضروری است. به طور سنتی، مطالعات مزایای سلامتی تمرین ورزشی تحت نظارت را در افراد مبتلا به T2DM گزارش کرده اند. برخی از مزایای آموزش تحت نظارت عبارتند از: ۱) پتانسیل برای نظارت بر پایبندی به نسخه، ۲) تنظیم شدت و پیشرفت تمرین، ۳) بررسی و اصلاح تکنیک‌ها برای ایمنی، و ۴) تشویق به رعایت. در واقع، در هشت مرور سیستماتیک اخیر در مورد ورزش و T2DM که شامل بیش از ۴۰ مطالعه است، تقریباً تمام مطالعات وارد شده از یک مداخله تمرین ورزشی نظارت‌شده استفاده کرده‌اند (۱۱).



شکل ۱: طرح تحقیق

دقیقه‌ای به پایان می‌رسید. مدت کل جلسه تمرین ۲۱ تا ۲۸ دقیقه بود. در این گروه تمرینات با نظارت مربی انجام می‌شد.

گروه تمرینات تناوبی شدید کم‌حجم نظارت نشده: در این گروه آزمودنی‌ها در دو جلسه با شیوه تمرینی آشنا شدند. بیماران پروتکل تمرینات فوق را بصورت نظارت‌نشده انجام دادند. نحوه اجرای این پروتکل در اختیار بیماران قرار گرفت و بیماران باید این تمرینات را بصورت مجزا و فردی انجام می‌دادند.

به منظور اندازه‌گیری متغیرهای بیوشیمیایی فرایند خون‌گیری پس از ۱۰ تا ۱۲ ساعت بصورت ناشتا و در طی دو مرحله یعنی پیش از شروع پروتکل و پس از هشت هفته در محل آزمایشگاه انجام شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد تا دو روز قبل از خون‌گیری هیچ فعالیت شدیدی انجام ندهند. از ورید بازویی آزمودنی‌ها در وضعیت نشسته ۶ سی‌سی خون گرفته شد. نمونه‌ی خونی پس از جمع‌آوری سانتریفیوژ

شد. شاخص توده‌ی بدنی از تقسیم وزن بدن (کیلوگرم) بر مجذور قد (مترمربع) محاسبه شد. ترکیب بدنی آزمودنی‌ها با استفاده از دستگاه Body composition (ساخت کره JAWON X-CONTACT 350F) ارزیابی شد.

پروتکل تمرینی سه جلسه در هفته و به مدت هشت هفته در دو گروه بصورت نظارت‌شده و نظارت‌نشده برگزار شد. گروه تمرینات تناوبی شدید کم‌حجم نظارت شده: بیماران این گروه جلسه تمرین را با گرم کردن در ۶۵ تا ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه به مدت پنج دقیقه آغاز می‌کردند. در هفته‌های اول تا چهارم، به مدت دو بازه چهار دقیقه ای (۲×۴ دقیقه)، با شدت ۸۵ تا ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه، با ریکاوری فعال سه دقیقه‌ای با شدت ۶۵ تا ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه، دویند. در هفته‌های پنجم تا هشتم با سه بازه چهار دقیقه‌ای، به تمرین پرداختند. در نهایت، تمرین با یک دوره سرد کردن پنج

اختلاف معنی‌داری در مقادیر پلایه متغیرهای مطالعه بین گروه‌ها وجود ندارد. نتایج نشان داد پس از هشت هفته مداخله، تفاوت معنی‌داری در وزن ($P = 0/08$) و شاخص توده‌ی بدنی ($P = 0/06$) بین گروه‌های مطالعه وجود ندارد. با این حال، توده‌ی چربی بدن، در گروه HIIT کم‌حجم نظارت شده نسبت به گروه کنترل به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P = 0/01$) اما تغییر معنی‌داری بین گروه HIIT نظارت‌نشده و گروه کنترل مشاهده نشد.

نتایج نشان داد پس از هشت هفته تفاوت معنی‌داری در گلوکز ناشتا ($P = 0/01$)، کلسترول تام ($P = 0/04$) و تری‌گلیسرید ($P = 0/03$) بین گروه‌های مطالعه وجود دارد. در گروه HIIT کم‌حجم نظارت‌شده گلوکز ناشتا ($P = 0/01$)، کلسترول تام ($P = 0/01$) و تری‌گلیسرید ($P = 0/01$) در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی‌داری کاهش یافت. تفاوت معنی‌داری بین سایر گروه‌ها در این شاخص‌ها مشاهده نشد. همچنین تفاوت معنی‌داری در شاخص‌های HDL-C ($P = 0/22$) و LDL-C ($P = 0/71$) بین گروه‌های مطالعه مشاهده نشد.

نتایج نشان داد پس از هشت هفته مداخله، تفاوت معنی‌داری در AIP بین گروه‌های مطالعه وجود دارد ($P = 0/04$). آزمون تعقیبی نشان داد که AIP در گروه HIIT کم‌حجم نظارت‌شده در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی‌داری کاهش یافته است ($P = 0/01$). با این حال، تفاوت معنی‌داری بین سایر گروه‌ها مشاهده نشد (شکل ۲ و ۳). نتایج نشان داد که پس از هشت هفته تمرین، تغییر معنی‌داری در شاخص‌های AC ($P = 0/08$) و CRI-I ($P = 0/08$) بین گروه‌های مطالعه مشاهده نشد. با این حال یافته‌های درون‌گروهی نشان داد که شاخص‌های AC ($P = 0/01$) و CRI-I ($P = 0/01$) در گروه HIIT کم‌حجم نظارت شده نسبت به پیش‌آزمون به طور معنی‌داری کاهش یافته است.

شده و سرم جدا شده تا زمان اندازه‌گیری در فریزر -80°C درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری شد. گلوکز و کلسترول تام با استفاده از روش‌های آنزیمی (کیت شرکت پارس آزمون، تهران، ایران) اندازه‌گیری شد. تری‌گلیسرید، کلسترول لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL (Low-density lipoprotein) و کلسترول لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL (High-density lipoprotein) به روش مستقیم و با دستگاه اتوآنالایزر بیوشیمیایی با استفاده از کیت‌های ساخت پارس آزمون (پارس آزمون تهران، ایران) اندازه‌گیری شد. شاخص آتروژنیک پلاسما با استفاده از فرمول $\log(\text{TG}/\text{HDL-C})$ محاسبه شد. شاخص خطر کاستلی I با استفاده از فرمول نسبت کلسترول تام به HDL-C و ضریب آتروژنیک با استفاده از فرمول نسبت (HDL-C - کلسترول تام) به HDL-C محاسبه گردید.

جهت بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون Shapiro-Wilk استفاده شد. بعد از حصول اطمینان نرمال بودن توزیع داده‌ها، روش آماری پارامتریک بکار گرفته خواهد شد. از آزمون Leven برای بررسی همگنی واریانس‌ها استفاده شد. از آمار توصیفی برای محاسبه شاخص‌های مرکزی و پراکنندگی استفاده شد. برای مقایسه داده‌های بین گروهی، از تحلیل کوواریانس و برای بررسی تغییرات درون‌گروهی آزمون Paired T-test استفاده شد. تمامی تحلیل‌ها در سطح معنی‌داری $P < 0/05$ انجام شده و برای تجزیه و تحلیل اطلاعات، از نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۱۶ (version 16, SPSS Inc., Chicago, IL) استفاده خواهد شد.

یافته‌ها

میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای تن‌سنجی آزمودنی‌ها قبل از مداخله در جدول ۱ و ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد هیچ

جدول ۱. مشخصات تن‌سنجی آزمودنی‌ها

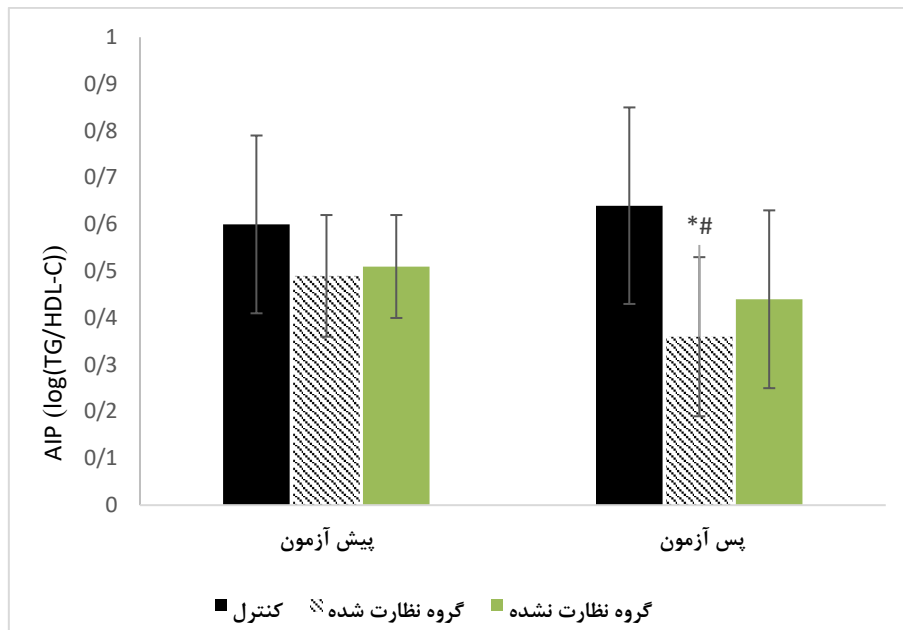
P	گروه کنترل	تمرین HIIT کم‌حجم نظارت نشده	تمرین HIIT کم‌حجم نظارت شده	
0/272	48/10 ± 5/30	51/00 ± 3/09	50/70 ± 4/27	سن (سال)
0/491	1/70 ± 0/07	1/73 ± 0/04	1/72 ± 0/06	قد (متر)
0/773	80/6 ± 56/16	82/9 ± 96/25	82/7 ± 21/07	وزن (کیلوگرم)
0/929	28/4 ± 13/13	27/3 ± 58/03	27/2 ± 81/19	شاخص توده‌ی بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)

داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف استاندارد ارائه شده است.

جدول ۲. مقادیر بیوشیمیایی و تن سنجی آزمودنی ها قبل و پس از مداخله

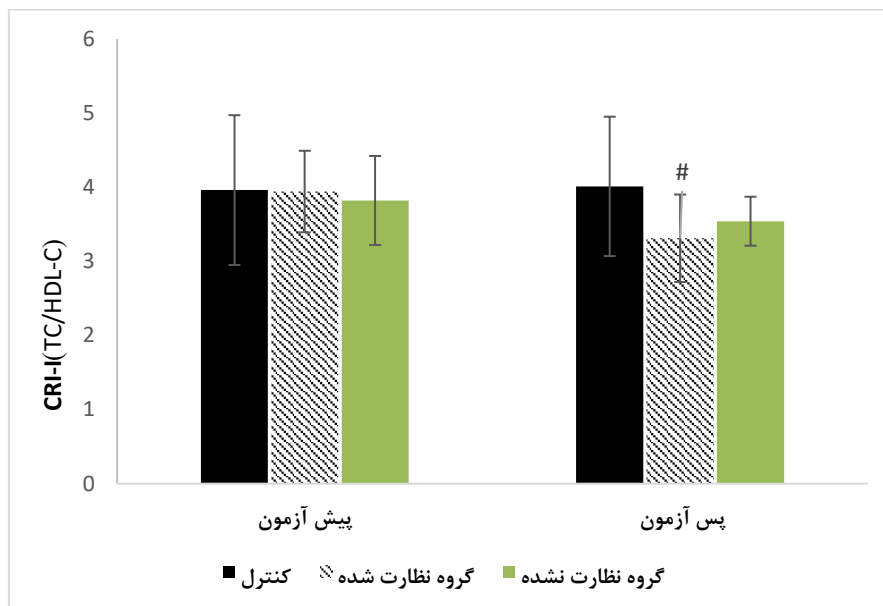
	شاخص	توده چربی	توده چربی بدن (کیلوگرم)	کلسیورول تام (mg/dL)	تری گلیسرید (mg/dL)	LDL-C (mg/dL)	HDL-C (mg/dL)	APP	CRII	AC	کلوز نائیشا (mg/dL)	
تمرین HIIT کم حجمه نظارت شده	پیش آزمون	۸۷/۸±۱۱/۰۷	۲۷/۲±۸/۱۹	۲۳/۳±۰/۹۵۶	۱۶۷/۷۸±۳۰/۶۲	۱۳۶/۳۳±۷۰/۱۴	۸۷/۷۸±۷۰/۱۱	۴۲/۸±۹۰/۶۴۹۸	۰/۰±۴۹/۱۳	۳/۰±۴۹/۵۵	۷/۰±۴۴/۵۵	۱۳۴/۱۱±۸۰/۱۶
	پس آزمون	۸۱/۶±۴۹/۹۲	۲۷/۲±۵۷/۱۹	۲۲/۳±۱۲/۹۷*	۱۳۳/۲۹±۴۰/۴۸*	۹۱/۰±۳۲/۲۱**	۶۹/۱۹±۵۰/۲۵	۴۰/۷±۲۷۰/۳۶	۰/۳±۰/۱۷**	۳/۰±۳۱/۵۹**	۷/۰±۳۱/۵۹**	۱۱۹/۶۰±۱۷/۸۵**
تمرین HIIT کم حجمه نظارت نشده	پیش آزمون	۸۷/۹±۴۹/۲۵	۲۷/۳±۵۸/۰۳	۲۴/۴±۵۵/۵۷	۱۶۳/۳±۰/۰۸۶	۱۴۱/۳۵±۱۰/۰۸	۷۶/۳۵±۹۰/۳۷	۴۷/۵±۲۰/۳۹	۰/۰±۵۱/۱۱	۳/۰±۸۷/۶۰	۷/۰±۸۷/۶۰	۱۴۷/۲۱±۳۰/۰۲
	پس آزمون	۸۲/۹±۸۸/۳۴	۲۷/۳±۵۶/۱۵	۲۴/۴±۴۲/۲۶	۱۴۹/۴۱±۱۰/۲۶	۱۱۷/۵۰±۵۰/۳۸	۶۶/۲۶±۹۰/۹۷	۴۲/۷±۲۰/۰۷	۰/۰±۴۴/۱۹	۳/۱±۵۴/۰۱	۷/۱±۵۴/۰۱	۱۳۹/۲۸±۴۰/۹۸
گروه کنترل	پیش آزمون	۸۰/۶±۵۵/۱۶	۲۸/۴±۱۲/۱۳	۲۵/۵±۳۵/۶۱	۱۵۸/۴۴±۹/۴۶	۱۷۶/۸۸±۸۰/۴۹	۸۷/۷۸±۳۰/۵۵	۴۰/۶±۲۰/۵۶	۰/۰±۵۰/۱۹	۳/۱±۴۹/۰۱	۷/۱±۴۹/۰۱	۱۵۰/۳۴±۶۰/۴۰
	پس آزمون	۸۰/۶±۴۵/۶۲	۲۸/۴±۷۸/۳۳	۲۵/۵±۵۷/۵۶	۱۵۷/۴۳±۳۰/۳۳	۱۸۵/۹۷±۵۷/۰	۷۵/۷۷±۳۰/۵۱	۳۸/۵±۰/۶۹	۰/۰±۴۴/۲۱	۴/۰±۰/۹۴	۳/۰±۰/۹۴	۱۵۱/۲۱±۴۰/۱۱
گروه P	پیش آزمون	۰/۸۳	۰/۸۸	۰/۳۴	۰/۱۲	۰/۳۵	۰/۴۶	۰/۸۸	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۰۹
	پس آزمون	۰/۸۵	۰/۱۲	۰/۲۸	۰/۳۱	۰/۵۹	۰/۱۹	۰/۸۱	۰/۱۷	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۸۴
گروه P	پیش آزمون	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۷۱	۰/۳۲	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۱

* نشان دهنده تفاوت معنی دار در مقایسه با گروه کنترل. ** نشان دهنده تفاوت معنی دار در مقایسه با پیش آزمون



شکل ۲. مقایسه‌ی شاخص آتروژنیک پلاسما در گروه‌های مطالعه قبل و بعد از دوره تمرین

*: نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در مقایسه با گروه کنترل، # نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در مقایسه با پیش‌آزمون



شکل ۳. مقایسه‌ی شاخص خطر کاستلی در گروه‌های مطالعه قبل و بعد از دوره‌ی تمرین

نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در مقایسه با پیش‌آزمون

کم‌حجم نظارت‌شده به طور معنی‌داری کاهش یافت. مطالعات معدودی به بررسی تأثیر تمرینات HIIT کم‌حجم در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو پرداخته‌اند که یافته‌ها نیز تا حدی متفاوت است. Little و همکاران، گزارش کردند که تمرینات تناوبی کم‌حجم و با شدت بالا باعث کاهش هیپرگلیسمی و افزایش ظرفیت

بحث

نتایج مطالعه‌ی حاضر نشان داد که ۸ هفته تمرینات HIIT کم‌حجم نظارت‌شده می‌تواند منجر به بهبود برخی شاخص‌های متابولیک، عوامل خطرزای قلبی و شاخص آتروژنیک پلاسما شود. به طوری که گلوکز ناشتا، کلسترول تام، تری‌گلیسرید، AIP در گروه HIIT

همکاران، بهبود معنی‌داری را در سطح کلسترول HDL و تری‌گلیسیرید نشان دادند، اما هیچ بهبودی در سطح کلسترول LDL پس از ۱۶ هفته HIIT با حجم کم، مشاهده نشد (۲۳). تفاوت در شدت تمرین و حجم پروتکل HIIT، و همچنین در مدت مداخله ممکن است اختلاف بین مطالعات مربوط به بهبودهای ناشی از تمرین در فشارخون و پروفایل لیپیدی را توضیح دهد (۲۳). مطالعات معدودی به بررسی تأثیر تمرینات HIIT کم‌حجم بر شاخص‌های آتروژنیک پلاسما پرداخته‌اند. اکثر مطالعات از تمرینات HIIT استفاده نموده‌اند. به طور مثال Shahiddoust و Monazzami کاهش معنی‌دار AIP در پس از تمرینات HIIT در زنان چاق گزارش کردند (۲۴). با این حال، Mohammadi و همکاران، تغییر معنی‌داری در شاخص AIP پس از هشت هفته تمرین تناوبی با شدت بالا در زنان مبتلا به سندرم تخمدان پلی‌کیستیک گزارش نکردند (۲۵).

در مطالعه‌ی حاضر، با وجود بهبود شاخص‌های گلوکز ناشتا، نیم رخ لیپیدی و برخی شاخص‌های آتروژنیک پلاسما در گروه تمرینات HIIT با حجم کم نظارت‌نشده اما این میزان بهبودی به لحاظ آماری در مقایسه با گروه کنترل معنی‌دار نبود. مطالعات بسیار معدودی به مقایسه‌ی تأثیر تمرینات نظارت‌شده و نظارت‌نشده در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو پرداخته‌اند که نتایج مشابهی با مطالعه‌ی حاضر گزارش کرده‌اند. این مطالعات اثرات تمرینات نظارت‌شده را بیشتر از تمرینات نظارت‌نشده گزارش کرده‌اند.

Fennell و همکاران، به بررسی تأثیر تمرینات نظارت‌شده در مقایسه با تمرینات بدون نظارت بر فعالیت بدنی، استقامت عضلانی و پارامترهای قلبی عروقی در آزمودنی‌های غیرفعال پرداختند. در این مطالعه ۱۶ آزمودنی به انجام ۵ هفته تمرین نظارت‌شده و سپس ۵ هفته تمرینات نظارت‌نشده پرداختند. این مطالعه نشان داد که برنامه‌های ورزشی تحت نظارت برای افرادی که قبلاً کم‌تحرك بودند، در بهبود آمادگی بدنی مؤثر است. در حالی که یک دوره ورزش بدون نظارت ممکن است منجر به فعالیت بدنی کمتر و کاهش استقامت عضلانی و سلامت قلب و عروق شود (۲۶).

Costa و همکاران، پس از بررسی اثرات نظارت بر سه روش تمرینی مختلف (با نظارت در مقابل خانه در مقابل تحت نظارت + خانه) در سالمندان پیشنهاد کردند که نظارت انجام شده از طریق تماس، بازدید از منزل و همچنین حضور در مراکز آموزشی، یک استراتژی مؤثر برای بهبود اثربخشی برنامه‌ی تمرینی خواهد بود (۲۷). با این حال برخی مطالعات یافته‌های متفاوتی با مطالعه‌ی حاضر گزارش کرده‌اند به طوری که Cassidy و همکاران به بررسی تأثیر تمرینات تناوبی شدید نظارت‌نشده بر بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ پرداختند و بهبود معنی‌دار قند خون را گزارش کردند (۲۸). مطالعات

میتوکندری عضلانی در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو می‌شود (۱۵). Ahmad و همکاران، به مقایسه‌ی تأثیر تمرینات تناوبی شدید کم‌حجم و حجم بالا بر کنترل قند خون و کیفیت زندگی در زنان چاق مبتلا به دیابت نوع دو پرداختند. آنها گزارش کردند که HIIT با حجم کم می‌تواند به همان اندازه HIIT با حجم بالا برای بهبود کلسترول تام، HDL، فشارخون و معیارهای چاقی آتروپومتریکی در زنان چاق مبتلا به دیابت نوع دو مؤثر باشد. با این وجود، با این موضوع نیز اشاره داشتند که HIIT با حجم بالا می‌تواند تأثیر بیشتری بر کنترل قند خون، تری‌گلیسیرید، LDL و آمادگی قلبی تنفسی در این بیماران داشته باشد (۱۶).

Way و همکاران، به بررسی تأثیر HIIT با حجم کم بر پیامدهای سلامت قلبی-عروقی در دیابت نوع دو پرداختند و گزارش کردند که این نوع تمرینات منجر به بهبود سختی شریان مرکزی و سلامت قلب و عروق در افراد غیرفعال مبتلا به چاقی و دیابت نوع دو می‌شود (۱۰).

Winding و همکاران به بررسی تأثیر تمرین تناوبی با شدت بالا با حجم کم در مقایسه با تمرینات استقامتی در افراد مبتلا به دیابت نوع دو بر کنترل قند خون پرداختند. این مطالعه نشان داد که علیرغم کاهش ۴۵ درصدی حجم تمرین، HIIT در مقایسه با تمرین استقامتی، منجر به بهبودهای مشلبه یا حتی بهتری در آمادگی جسمانی، ترکیب بدن و کنترل قند خون شد. بنابراین به نظر می‌رسد که HIIT با حجم کم یک درمان مهم و کارآمد برای افراد مبتلا به دیابت نوع دو باشد (۱۷).

Poon و همکاران به بررسی تأثیر HIIT با حجم کم بر سلامت قلبی و پاسخ‌های روان‌شناختی مردان میانسال دارای اضافه وزن/چاق پرداختند. یافته‌ها نشان داد که HIIT با حجم کم می‌تواند منجر به بهبود معنادار پروفایل لیپیدی، گلوکز ناشتا و هموگلوبین گلیکوزیله در مردان میانسال دارای اضافه وزن/چاق گردد (۱۸). با این حال Marcotte-Chénard و همکاران به بررسی اثرات تمرینات HIIT با حجم کم در مقایسه با تمرینات مداوم با شدت متوسط بر کنترل قند خون و ترکیب بدن در زنان مسن مبتلا به دیابت نوع دو پرداختند. در این مطالعه محققان گزارش کردند که با وجود مزیت‌های این نوع تمرینات، بهبود معنی‌دار گلوکز ناشتا و هموگلوبین گلیکوزیله فقط در گروه تمرینات تمرینات پیوسته گزارش شده است که با یافته‌های مطالعه ما متفاوت می‌باشد (۱۹).

بهبودهای ناشی از HIIT با حجم کم در پروفایل لیپیدی در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو در ادبیات پیشینه متناقض بوده است. مطالعاتی وجود دارد که فقط در کلسترول LDL (۲۰)، هم در کلسترول LDL و هم در کلسترول HDL (۲۱) بهبود مشاهده شده است، یا هیچ بهبودی (۲۲) وجود ندارد. همان مطالعات همچنین هیچ بهبودی ناشی از HIIT کم‌حجم در سطوح تری‌گلیسیرید در بیماران دیابتی نوع دو نشان ندادند (۲۰-۲۲). با این حال، Alvarez و

قند خون در افراد مبتلا به T2DM در طول دوره‌های تمرین ورزشی بدون نظارت بعدی حفظ نمی‌شود. واضح است که تحقیقات بیشتری برای مقایسه‌ی مستقیم تمرینات ورزشی بدون نظارت و نظارت‌شده و بررسی اثرات تمرین ورزشی بدون نظارت با حمایت‌های رفتاری مناسب، پس از تمرین ورزشی تحت نظارت مورد نیاز است. در نهایت، برای درک بهتر اثربخشی برنامه‌های تمرینی تحت نظارت و بدون نظارت، عوامل کلیدی مربوط به تنظیمات خاص باید گزارش شود. این امکان درک بهتر استراتژی‌های تشویق به پایبندی به برنامه‌های ورزشی را فراهم می‌کند (۱۱).

نتیجه‌گیری

مطالعه‌ی حاضر نشان داد که تمرین تناوبی شدید کم‌حجم بصورت نظارت‌شده می‌تواند با صرفه‌جویی در مدت زمان تمرین منجر بهبود معنی‌دار شاخص‌های متابولیکی و قلبی-عروقی در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو گردد. اما این میزان بهبود در تمرینات نظارت‌نشده مشاهده نمی‌شود.

تشکر و قدردانی

این پژوهش حاصل طرح پژوهشی مصوب دانشگاه نیشابور به شماره‌ی ۳۳۷۵۸ می‌باشد. بدین وسیله از زحمات کلیه همکاران و عزیزانی که ما را در اجرای این پژوهش یاری کردند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

اثربخشی تمرینات ورزشی بدون نظارت برای بهبود کنترل قند خون نتایج مبهم را نشان داده است (۱۱). Alam و همکاران، گزارش کردند که شش ماه تمرین نظارت‌شده به طور قابل توجهی HbA1c، انسولین ناشتا، گلوکز ناشتا و مقاومت به انسولین را پس از ۶ ماه بهبود می‌بخشد. با این حال، گروه تمرینی کاملاً بدون نظارت در این مطالعه هیچ تغییر معنی‌داری در هیچ یک از معیارهای کنترل قند خون نشان نداد (۲۹). در مطالعه‌ی حاضر، تفاوت معنی‌داری در شاخص‌ها بین گروه تمرین HIIT کم‌حجم نظارت‌شده و گروه کنترل مشاهده نشد. در خصوص اثربخشی برنامه‌های تمرینی بدون نظارت باید اشاره کرد که مدت زمان برنامه‌های بدون نظارت باید در نظر گرفته شود که می‌تواند بر میزان اثربخشی آن تأثیر بگذارد. برای مثال، برنامه‌های آموزشی بدون نظارت با مدت کوتاه‌تر (مثلاً کمتر از سه ماه) ممکن است تبعیت و مزایای سلامتی قابل مقایسه‌ای را برای برنامه‌های آموزشی تحت نظارت فراهم کند، زیرا افراد ممکن است تمایل بیشتری به تکمیل برنامه داشته باشند. در مقابل، تبعیت و مزایای سلامتی قابل مقایسه برای برنامه‌های آموزشی بدون نظارت طولانی‌تر (مثلاً بیش از ۶ ماه) مشاهده نمی‌شود، زیرا ممکن است انگیزه را که برنامه‌های آموزشی تحت نظارت ارائه می‌کنند را تشویق نکنند. بنابراین، هنگام طراحی برنامه‌های آموزشی بدون نظارت در مطالعات تحقیقاتی و تفسیر تأثیری که ممکن است بر اقدامات نتایج داشته باشند، باید به دقت توجه شود (۱۱). Gajanand و همکاران، در یک مطالعه‌ی مروری بیان داشتند که مزایای تمرین نظارت‌شده بر کنترل

References

1. Roden M, Shulman GI. The integrative biology of type 2 diabetes. *Nature* 2019; 576(7785): 51-60.
2. Galicia-Garcia U, Benito-Vicente A, Jebari S, Larrea-Sebal A, Siddiqi H, Uribe KB, et al. Pathophysiology of type 2 diabetes mellitus. *Int J Mol Sci* 2020; 21(17): 6275.
3. Chatterjee S, Khunti K, Davies MJ. Type 2 diabetes. *Lancet* 2017; 389(10085): 2239-51.
4. Zhu W, Sahar NE, Javaid HMA, Pak ES, Liang G, Wang Y, et al. Exercise-induced irisin decreases inflammation and improves NAFLD by competitive binding with MD2. *Cells* 2021; 10(12): 3306.
5. Umpierre D, Ribeiro PAB, Schaan BD, Ribeiro JP. Volume of supervised exercise training impacts glycaemic control in patients with type 2 diabetes: a systematic review with meta-regression analysis. *Diabetologia* 2013; 56(2): 242-51.
6. Way KL, Hackett DA, Baker MK, Johnson NA. The effect of regular exercise on insulin sensitivity in type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Diabetes Metab J* 2016; 40(4): 253-71.
7. 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.
8. Weston KS, Wisløff U, Coombes JS. High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2014; 48(16): 1227-34.
9. Sabag A, Little JP, Johnson NA. Low-volume high-intensity interval training for cardiometabolic health. *J Physiol* 2022; 600(5): 1013-26.
10. Way KL, Sabag A, Sultana RN, Baker MK, Keating SE, Lanting S, et al. The effect of low-volume high-intensity interval training on cardiovascular health outcomes in type 2 diabetes: A randomized controlled trial. *Int J Cardiol* 2020; 320: 148-54.
11. Gajanand T, Keating SE, Brown WJ, Hordern MD, Fassett RG, Coombes JS. Comparing the efficacy of supervised and unsupervised exercise training on glycaemic control in type 2 diabetes: a systematic review. *Curr Diabetes Rev* 2020; 16(6): 570-9.
12. Hayashino Y, Jackson JL, Fukumori N, Nakamura F, Fukuhara S. Effects of supervised exercise on lipid profiles and blood pressure control in people with type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of randomized

- controlled trials. *Diabetes Res Clin Pract* 2012; 98(3): 349-60.
13. Oliveira C, Simões M, Carvalho J, Ribeiro J. Combined exercise for people with type 2 diabetes mellitus: a systematic review. *Diabetes Res Clin Pract* 2012; 98(2): 187-98.
 14. Umpierre D, Ribeiro PA, Kramer CK, Leitao CB, Zucatti AT, Azevedo MJ, et al. Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2011; 305(17): 1790-9.
 15. 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. *J Appl Physiol* (1985) 2011; 111(6): 1554-60.
 16. Ahmad AM, Mahmoud AM, Serry ZH, Mohamed MM, Abd Elghaffar HA. Effects of low-versus high-volume high-intensity interval training on glycemic control and quality of life in obese women with type 2 diabetes. A randomized controlled trial. *J Exerc Sci Fit* 2023; 21(4): 395-404.
 17. Winding KM, Munch GW, Iepsen UW, Van Hall G, Pedersen BK, Mortensen SP. The effect on glycaemic control of low-volume high-intensity interval training versus endurance training in individuals with type 2 diabetes. *Diabetes Obes Metab* 2018; 20(5): 1131-9.
 18. Poon ET-C, Little JP, Sit CH-P, Wong SH-S. The effect of low-volume high-intensity interval training on cardiometabolic health and psychological responses in overweight/obese middle-aged men. *J Sports Sci* 2020; 38(17): 1997-2004.
 19. Marcotte-Chénard A, Tremblay D, Mony M-M, Boulay P, Brochu M, Morais JA, et al. Acute and chronic effects of low-volume high-intensity interval training compared to moderate-intensity continuous training on glycemic control and body composition in older women with type 2 diabetes. *Obesities* 2021; 1(2): 72-87.
 20. 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.
 21. Mitranun W, Deerochanawong C, Tanaka H, Suksum D. Continuous vs interval training on glycemic control and macro-and microvascular reactivity in type 2 diabetic patients. *Scand J Med Sci Sports* 2014; 24(2): e69-e76.
 22. Terada T, Friesen A, Chahal BS, Bell GJ, McCargar LJ, Boulé NG. Feasibility and preliminary efficacy of high intensity interval training in type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract* 2013; 99(2): 120-9.
 23. 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. *Int J Sports Med* 2016; 37(09): 723-9.
 24. Shahiddoust F, Monazzami AA. Exercise-induced changes in insulin sensitivity, atherogenic index of plasma, and CTRP1/CTRP3 levels: the role of combined and high-intensity interval training in overweight and obese women. *BMC Sports Sci Med Rehabil* 2025; 17(1): 73.
 25. Mohammadi S, Monazzami A, Alavimilani S. Effects of eight-week high-intensity interval training on some metabolic, hormonal and cardiovascular indices in women with PCOS: a randomized controlled trial. *BMC Sports Sci Med Rehabil* 2023; 15(1): 47.
 26. Fennell C, Peroutky K, Glickman E. Effects of supervised training compared to unsupervised training on physical activity, muscular endurance, and cardiovascular parameters. *MOJ Orthop Rheumatol* 2016; 5(4): 00184.
 27. Costa SN, Boiko Ferreira LH, Barauce Bento PC. The effects of supervision on three different exercises modalities (supervised vs. home vs. supervised+home) in older adults: Randomized controlled trial protocol. *PLoS One* 2021; 16(11): e0259827.
 28. Cassidy S, Vaidya V, Houghton D, Zalewski P, Seferovic JP, Hallsworth K, et al. Unsupervised high-intensity interval training improves glycaemic control but not cardiovascular autonomic function in type 2 diabetes patients: A randomised controlled trial. *Diab Vasc Dis Res* 2019; 16(1): 69-76.
 29. Alam S, Stolinski M, Pentecost C, Boroujerdi MA, Jones RH, Sonksen PH, et al. The effect of a six-month exercise program on very low-density lipoprotein apolipoprotein B secretion in type 2 diabetes. *J Clin Endocrinol Metab* 2004; 89(2): 688-94.

The Effect of Supervised and Unsupervised Low-Intensity Interval Training on Some Metabolic and Atherogenic Indices in Men with Type 2 Diabetes

Mehdi Zarei¹, Kazem Khodaei², Javad Nakhzari Khodakheir³, Arash Mohammadi⁴

Original Article

Abstract

Background: Physical activity and exercise training are recognized as an integral part of the management and control of metabolic and cardiovascular factors in type 2 diabetes. The aim of the present study was to compare the effects of supervised and unsupervised low-volume high-intensity interval training on some metabolic indices, cardiovascular risk factors, and atherogenic indices in men with type 2 diabetes.

Methods: In this semi-experimental study, 30 men with type 2 diabetes were randomly divided into three equal groups (n=10 each): supervised low-volume high-intensity interval training, unsupervised low-volume high-intensity interval training, and control. The subjects in the experimental groups performed high-intensity interval training three sessions per week for eight weeks. Before and after the intervention, blood samples were taken from the subjects to measure fasting glucose, lipid profile to calculate the atherogenic index of plasma, Castelli risk index, and atherogenic coefficient. Analysis of covariance, LSD post hoc test, and a significance level of $P < 0.05$ were used for data analysis.

Findings: After eight weeks, body fat mass ($P = 0.01$), fasting glucose ($P = 0.00$), total cholesterol ($P = 0.01$), triglycerides ($P = 0.01$), and the atherogenic index of plasma ($P = 0.01$) were significantly reduced in the supervised low-intensity interval training group compared with the control group. No significant changes were observed in body weight ($P = 0.08$), body mass index ($P = 0.06$), Castelli risk index ($P = 0.08$), atherogenic index ($P = 0.08$), low-density lipoprotein cholesterol ($P = 0.71$), and high-density lipoprotein cholesterol ($P = 0.22$) between the groups.

Conclusion: The present study showed that supervised low-volume high-intensity interval training can lead to significant improvement in metabolic and cardiovascular indices in patients with type 2 diabetes by saving training time. However, this level of improvement was not observed with unsupervised training.

Keywords: High-intensity interval training; Lipids; Diabetes mellitus; Type 2

Citation: Zarei M, Khodaei K, Nakhzari Khodakheir J, Mohammadi A. The Effect of Supervised and Unsupervised Low-Intensity Interval Training on Some Metabolic and Atherogenic Indices in Men with Type 2 Diabetes. J Isfahan Med Sch 2025; 43(820): 712-21.

1- Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Literature and Humanities, University of Neyshabur, Neyshabur, Iran

2- Assistant Professor, Department of Sports Physiology and Corrective Movements, Faculty of Sports Sciences, Urmia University, Urmia- Iran.

3- Assistant professor, Department of physical education and Sport Sciences, school of Human Sciences, University of Zabol, Zabol, Iran

4- Department of Physical education and Sport Sciences, Applied Scientific Education Center of Sabzevar2, Sabzevar, Iran

Corresponding Author: Mehdi Zarei, Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Literature and Humanities, University of Neyshabur, Neyshabur, Iran; Email: Meh dizarei@neyshabur.ac.ir