Archive of SID

نشریه پژوهش توانبخشی در پرستاری
مقاله پژوهشی
زمستان ۱۳۹۵، دوره ۳، شماره ۲
DOI: 10.21859/ijrn-03024

# تأثیر دو شیوه تمرین درمانی بر سلامت قلبی متابولیکی زنان میان‌سال دارای اضافه وزن مبتلا به دیابت شیرین

هاجر عزیزی [۱]، ابراهیم بنی طالبی [۲،*]، سیداحسان امیرحسینی [۳]

[۱] کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران
[۲] استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
[۳] استادیار گروه تربیت بدنی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران
* **نویسنده مسئول**: ابراهیم بنی طالبی، استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران. ایمیل: banitalebi.e@gmail.com

**تاریخ دریافت مقاله:** ۱۳۹۴/۱۰/۰۴ **تاریخ پذیرش مقاله:** ۱۳۹۵/۰۲/۰۶

**چکیده**

**مقدمه:** اثرات سودمند ورزش در دیابت نوع ۲ در ارتباط با کنترل گلوکز و چندین عامل خطرزای بیماری قلبی عروقی بخوبی ثابت شده است. هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر دو شیوه تمرین درمانی بر سلامت قلبی متابولیکی زنان میان‌سال دارای اضافه وزن مبتلا به دیابت شیرین بوده است.

**روش کار:** این تحقیق به لحاظ هدف کاربردی و به لحاظ شیوه گردآوری داده‌ها نیمه تجربی است. ۵۲ نفر از زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ (سن ۴۵ تا ۶۰ سال) شهرستان شهرکرد در سال ۱۳۹۴ به‌طور داوطلبانه در تحقیق حاضر شدند و بر اساس مقادیر هموگلوبین گلیکوزیله (HbA1c) به سه گروه تمرین ترکیبی قدرتی-استقامتی (۱۷ نفر) و تمرین سرعتی تناوبی شدید (۱۷ نفر) و شاهد (۱۸ نفر) تقسیم شدند. متغیرهای گلوکز ناشتا، انسولین، مقاومت به انسولین، hs-CRP، IL-6، فشارخون سیستولیک و دیاستولیک، درصدچربی بدن، محیط کمر (WC)، نسبت محیط کمر به باسن (WHR)، شاخص توده بدن (BMI) مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج با استفاده از نسخه ۲۱ نرم افزار SPSS و با آزمون‌های تی زوجی و تحلیل کوواریانس و درصورت معنی‌داری از آزمون LSD برای تعیین اختلاف بین گروه‌ها استفاده گردید.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که در گروه تمرینات شدید تناوبی و تمرینات ترکیبی قدرتی-استقامتی متغیرهای انسولین و مقاومت به انسولین نسبت به گروه شاهد کاهش معنی داری داشته است ($p<۰/۰۵$) ولی تفاوت معنی داری در سی آر پی فوق حساس (hs-CRP) مشاهده نگردیده است ($p>۰/۰۵$). همچنین محیط دور کمر، فشار خون دیاستولیک و حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه تمرینات شدید تناوبی و ترکیبی قدرتی-استقامتی نسبت به گروه شاهد تفاوت معنی داری داشت ($p<۰/۰۵$). به طوری در گروه‌های مداخله دور کمر و فشار خون دیاستولیک کاهش معنی دار و حداکثر اکسیژن مصرفی افزایش معنی داری داشته است.

**نتیجه گیری:** تمرین سرعتی تناوبی نسبت به تمرینات ترکیبی قدرتی-استقامتی اثرات بهتری بر فاکتورهای مرتبط با سلامت قلبی-متابولیکی و مقاومت به انسولین زنان میانسال مبتلا به دیابت شیرین دارد.

**کلیدواژه‌ها:** ورزش درمانی، پروتئین واکنشی-C، مقاومت به انسولین، دیابت ملیتوس نوع ۲

تمامی حقوق نشر برای انجمن علمی پرستاری ایران محفوظ است.

## مقدمه

دیابت یکی از عوامل ایجاد ناتوانی و مرگ و میرها در ایران است (۱). بیش از ۹۵-۹۰ درصد بیماران دیابتی مبتلا به دیابت نوع ۲ (ملیتوس) هستند (۲)، پرفشاری خون، عدم کنترل قندخون، کلسترول بالای خون، توده چربی اضافی، استرس اکسیداتیو و اختلال عروقی که از عوامل خطر قلبی عروقی بوده در افراد دیابتی بسیار شایع هستند. فشار خون بالا در ۶۰ درصد مبتلایان به دیابت نوع ۲ مشاهده می‌شود (۳). خطر مشکلات قلبی عروقی در افراد دیابتی مبتلا به پرفشار خونی ۶۶ تا ۱۰۰ درصد بیشتر از افراد دیابتی بدون پرفشاری خون است (۴) و لذا افزایش شیوع دیابت ملیتوس تلاش‌هایی را برای کاهش عوارض قلبی عروقی دیابت ملیتوس می‌طلبد، چرا که پیشگیری از دیابت بسیار



www.SID.ir

Archive of SID



مهم است. بیشترین مرگ ومیر در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ به بیماری‌های قلبی عروقی و نزدیک ۷۰ درصد نسبت داده می‌شود و بیماری ایسکمی تقریباً ۵۰ درصد از این مرگ‌ها است و بازتاب مستعد بودن بیمار مبتلا به دیابت نوع ۲ به نارسایی قلبی است (۵).

اثرات سودمند ورزش در پیشگیری و درمان دیابت نوع ۲ بخوبی در ارتباط با کنترل گلوکز خون و برخی عوامل خطرزای بیماری قلبی عروقی به خوبی مشخص شده است. فعالیت ورزشی می‌تواند از طریق بهبود این عوامل به کاهش خطر عوارض قلبی عروقی در افراد دیابتی کمک می‌کند (۶, ۷). برخی از شواهد بیانگر آن است که تمرینات ورزشی هوازی، مقاومتی باعث کاهش فشار خون در افراد مبتلا به دیابت ملیتوس می‌شود. این در حالی است که برخی از نتایج نشان داده‌اند که بدنبال تمرین ورزشی، فشار خون سیستولی کاهش یافته، اما فشار خون دیاستولی تغییری نداشته-است (۸, ۹). بعلاوه نتایج دیگر حاکی از آن است که متعاقب فعالیت ورزشی و کاهش وزن، فشار خون سیستولی و دیاستولی در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ کاهش یافت (۱۰). اگر چه در تحقیق دیگری نشان داده شد که فشار خون بدنبال تمرین ورزشی در این افراد تغییری نکرد (۷).

توصیه انجمن دیابت آمریکا برای افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ انجام حداقل ۱۵۰ دقیقه تمرین هوازی با شدت متوسط یا حداقل ۹۰ دقیقه تمرینات هوازی با شدت بالا در هفته است (۱۱)، بیشتر افراد هنوز معتقدند که برای بالا بردن سلامتی قلبی عروقی و برای کاهش وزن بهترین حالت تمرین ورزشی همان تمرینات تداومی هوازی با شدت متوسط است که اساساً نیازمند صرف زمان زیادی هستند. بهرحال، کمبود زمان و کاهش قند خون که در تمرینات تداومی دیده می‌شود از موانع مهم شرکت افراد دیابتی در فعالیت ورزشی است (۱۲). نتایج مطالعه‌ای نشان داده است که تمرینات هوازی، مقاومتی و ترکیبی منجر به بهبود قند خون، حساسیت به انسولین و سطح تری‌گلیسیرید در مقایسه با گروه شاهد شد. بعلاوه، Cuff و همکاران نشان دادند که حجم تمرینات هوازی و ترکیبی هوازی و مقاومتی با کاهش سطح هموگلوبین A1c در ارتباط است (۱۳). در تحقیقی Jorge و همکاران نشان دادند که بدنبال ۱۲ هفته تمرین هوازی، مقاومتی و ترکیبی، تفاوت معنی‌داری در قند خون ناشتا و قند خون بعد از صرف غذا و پروفایل چربی، سطح انسولین پلاسما، شاخص مقاومت به انسولین مشاهده نشد (۱۴). در تحقیق دیگری Larose و همکاران نشان دادند که بین حداکثر اکسیژن مصرفی و سطح هموگلوبین A1c در تمرینات هوازی و ترکیبی ارتباط معنی‌داری وجود دارد (۱۵). Maiorana و همکاران اثر یک برنامه دایره‌ای تصادفی هشت هفته‌ای ترکیبی (هوازی و مقاومتی) را بررسی کردند و نشان دادند که در این دوره تمرینی درصد چربی بدن، هموگلوبین A1c، گلوکز ناشتا و حداکثر اکسیژن مصرفی را به طور معنی‌داری کاهش داد (۱۶).

تحقیقات نشان داده‌اند که تمرین سرعتی شدید sprint interval training که نمونه‌ای از پروتکل‌های تمرینات تناوبی با شدت بالا high intensity interval training (HIIT) است، اثرات سودمندی در ارتباط با سلامتی از قبیل سلامت قلب و عروق و کاهش چربی در بیماران دیابت نوع ۲ ایجاد می‌کند (۱۷-۱۹) و این در حالی‌که اثرات مثبت تمرینات تداومی با شدت پائین تا متوسط در تحقیق‌ها انکار ناپذیر است، اکنون با توجه به نتایج تحقیقات جدید روشن شده است هنگامی‌که سلامت کلی فرد، فواید عملکردی و کمبود زمان برای افراد در نظر گرفته می‌شود، تمرین سرعتی شدید نسبت به تمرینات تداومی با شدت متوسط برتری پیدا می‌کنند. تمرینات تناوبی خیلی شدید اثرات سودمندی در ارتباط با سلامتی از قبیل سلامت قلبی عروقی و کاهش چربی که عمده‌ترین دلیل افراد برای شرکت در یک برنامه ورزشی هستند را دارا است (۲۰, ۲۱). هرگاه محققان این دو نوع رژیم تمرینی را مورد مقایسه قرار داده‌اند، تمرین سرعتی شدید نسبت به تمرینات تداومی با شدت متوسط برتری داشته است و معمولاً نتایج مطلوب‌تری را در زمان کوتاه‌تری حاصل کرده است. بنابراین می‌توان بیان کرد افرادی که قصد شرکت در فعالیت‌های ورزشی را دارند، کمبود زمان نمی‌تواند دلیلی برای نپرداختن به فعالیت ورزشی باشد (۲۰, ۲۱). به تازگی در تحقیقی Cassidy و همکاران نشان دادند که انجام ۱۲ هفته تمرین با شدت بالا منجر به بهبود در ساختار و عملکرد قلب و عملکرد سیستولی افراد دیابتی نوع ۲ شد (۲۲). برخی شواهد پیشنهاد کرده‌اند که بهبود بیشتر در حساسیت انسولینی و بهبود سلامت قلب و عروق ممکن است که با شدت‌های تمرینی بالاتر به وجود آید (۲۳). از سوی دیگر نتایج نشان داده‌اند که هزینه انرژی در تمرینات هوازی با شدت بالا در مقایسه با تمرینات با شدت کم و متوسط بیشتر است (۲۴) و همچنین نقش این تمرینات در بهبود آمادگی هوازی نیز نشان داده شده است (۲۵). بر اساس یافته‌های موجود نشان داده می‌شود که HIIT برای بیماران دیابتی مفید بوده و آن‌ها می‌توانند با صرفه‌جوئی در زمان و هزینه از فواید این نوع تمرینات بهره‌مند گردند (۲۶). تحقیقات نشان دادند که تمرینات با شدت بالا نسبت به تمرینات با شدت متوسط و کم منجر به بهبود بیشتر فشارخون بدلیل افزایش تون سمپاتیکی کمتر (ترشح اپی-نفرین کمتر) (۲۷)، عملکرد عروقی بهتر (ترشح NO بیشتر) (۲۷, ۲۸) و سفتی عروقی کمتر می‌گردد (۲۹).

بطور کلی، با توجه به مسائل گفته‌شده پیرامون تاثیرات ثابت شده تمرینات توصیه شده انجمن دیابت آمریکا (تمرینات ترکیبی استقامتی و مقاومتی) از یک طرف و نیز تاثیرات احتمالی تمرینات تناوبی شدید با توجه به کمبود زمان و عوارض ناشی از تمرینات تداومی بر افراد مبتلا به دیابت ملیتوس ضروری به نظر می‌رسد تحقیقی در این زمینه در بیماران دیابت نوع ۲ صورت گیرد تا با یافتن روش تمرینی مناسب، ابزار درمانی موثرتری در بیماران دیابت نوع ۲ معرفی گردد. به همین منظور مطالعه ای با هدف بررسی تاثیر دو شیوه تمرین درمانی (تمرین ترکیبی هوازی و قدرتی و تمرین با شدت بالا) بر سلامت قلبی متابولیکی زنان میانسال دارای اضافه وزن مبتلا به دیابت شیرین انجام پذیرفت. تأثیر دو شیوه تمرین درمانی (تمرین ترکیبی هوازی و قدرتی و تمرین با شدت بالا) بر سلامت قلبی متابولیکی زنان میان‌سال دارای اضافه وزن مبتلا به دیابت شیرین مقایسه شود.

## روش مطالعه

این تحقیق به لحاظ هدف کاربردی و به لحاظ شیوه گردآوری داده‌ها نیمه تجربی است. جامعه پژوهش مطالعه حاضر را مبتلایان به دیابت نوع ۲ تشکیل می‌دادند. حجم نمونه بر اساس مطالعات قبلی ۵۲ نفر تخمین زده شد که از طریق نمونه گیری هدفمند انتخاب شدند. پس از هماهنگی‌های اولیه با مراکز انجمن دیابت برای اجرای کار پژوهش و همچنین اطلاعیه‌هایی که در سطح شهر شهرکرد برای اطلاع‌رسانی



www.SID.ir

Archive of SID



پخش گردید، از افراد واجد شرایط که مبتلا به دیابت نوع ۲ بودند و نزد پزشکان متخصص دارای پرونده پزشکی بودند برای شرکت در تحقیق دعوت به عمل آمد.

معیارهای ورود به مطالعه شامل نداشتن هیچ فعالیت بدنی منظم حداقل در سه ماه اخیر، قرار داشتن در محدوده سنی ۶۰-۳۰ سال، دارا بودن قند خون ناشتای بالاتر از ۱۲۶ میلی گرم بر دسی‌لیتر (طبق شاخص‌های انجمن دیابت آمریکا) (۳۰, ۳۱) و HbA1c مساوی و بالاتر از ۶/۵ درصد، دارا بودن شاخص توده بدنی بین ۲۵ تا ۳۰ کیلوگرم بر مترمربع، نداشتن سابقه هیچ گونه بیماری قلبی عروقی، مفصلی و عصبی عضلانی، زخم پای دیابتی و نفروپاتی بود. معیارهای خروج از مطالعه نیز شامل منع شرکت در فعالیت بدنی توسط پزشک درمانگر، عدم تمایل فردی، غیبت بیش از سه جلسه و ایجاد مشکلات جسمی حاد در حین مداخله که می‌توانست برای سلامت فرد خطرناک باشد در نظر گرفته شد. ابزار جمع آوری داده‌ها در این مطالعه شامل پرسش-نامه اطلاعات فردی، فشارسنج دیجیتال، کیت‌هایی آزمایشگاهی، متر نواری و کالیپر بود.

پس از اخذ مجوز از کمیته اخلاق معاونت پژوهشی دانشگاه شهرکرد و ارائه آن به انجمن دیابت شهر شهرکرد، اطلاعیه‌هایی در سطح شهر برای اطلاع‌رسانی پخش گردید و از افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ که نزد پزشکان متخصص دارای پرونده پزشکی بودند پس از بررسی معیارهای ورود به مطالعه جهت شرکت در تحقیق دعوت به عمل آمد. بدین ترتیب ۵۲ فرد واجد شرایط مبتلا به دیابت نوع ۲ از طریق نمونه گیری هدفمند انتخاب شدند و پس از ارائه توضیحاتی روشن به آن در خصوص اهداف مطالعه و روش انجام آن و اطمینان دهی از محرمانه ماندن اطلاعات، رضایت نامه آگاهانه از آن‌ها اخذ گردید. از میان ۵۲ نفر آزمودنی ۲۷ نفر از قرص‌های کاهنده قند خون استفاده می‌کردند، ۲۰ نفر انسولین تزریق می‌کردند و ۵ نفر آن‌ها انسولین و قرص را توامان مصرف می‌کردند. آزمودنی‌ها بطور تصادفی در سه گروه تمرین ترکیبی قدرتی-استقامتی (۱۷ نفر)، تمرین شدید تناوبی (۱۷ نفر) و شاهد (۱۸ نفر) قرار گرفتند. سپس آزمودنی‌ها پرسشنامه سابقه پزشکی و پرسشنامه آمادگی برای شروع فعالیت بدنی را به منظور بررسی سابقه بیماری و آمادگی افراد برای شرکت در برنامه تمرین تکمیل کردند. ۲۴ ساعت قبل و ۴۸ ساعت بعد از اتمام آخرین جلسه تمرینی نمونه خونی جهت انجام آزمایش قند خون و فاکتورهای بیوشیمیایی (قند خون، انسولین و HbA1c) در شرایط یکسان از آن‌ها گرفته شد.

در گروه تمرین ترکیبی، تمرینات قدرتی و استقامتی سه جلسه در هفته به مدت هشت هفته اجرا گردید. لازم به ذکر است که از سه جلسه تمرین ترکیبی فقط دو جلسه آن همراه با انجام تمرین قدرتی بود. گروه تمرین ترکیبی در ابتدا برنامه تمرین استقامتی را انجام داده و پس از پنج دقیقه استراحت برنامه تمرین قدرتی را انجام می‌دادند، به منظور شخصی‌سازی کردن تمرین، چنانچه شخص می‌توانست در یک جلسه، سه ست مورد-نظر را با هشت تکرار بیشتر، یعنی ۲۰ تکرار تمام کند، به اندازه ۲/۵ تا ۵ کیلوگرم به وزنه موردنظر اضافه می‌شد (۳۲).

در گروه تمرین شدید تناوبی در مجموع ۴ جلسه تمرین در هر هفته انجام پذیرفت. این تمرین شامل ۱۰-۴ تکرار آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای بر روی ارگومتر با تلاش حداکثر بود. تعداد اجراهای تست وینگیت در طی هر هفته تمرینی افزایش پیدا کرد (۳۳) و چنانچه آزمودنی می‌توانست در دو جلسه متوالی سه تکرار را با سرعت و بار تعیین شده انجام دهد، ۱۰ درصد به مقدار بار اضافه شد. زمان ریکاوری بین هر تکرار، چهار دقیقه استراحت غیر فعال در نظر گرفته شد. زمان کل فعالیت برای این شیوه تمرینی ۲۰ تا ۴۰ دقیقه در نظرگرفته شد. افراد در این گروه یک فعالیت رکاب زنی در آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای با مقاومت معادل ۷/۵ درصد وزن بدن خود را انجام دادند. در این روش تمرینی شدید از آزمودنی‌ها خواسته شد تا با حداکثر تلاش رکاب بزنند. در پایان هر جلسه تمرین، از افراد خواسته شد تا به مدت ۵ دقیقه با انجام حرکات کششی و راه رفتن بدن خود را سرد کنند (۳۴). در طول اجرای پروتکل-های تمرینی در گروه‌های مداخله، آزمودنی‌های گروه شاهد به فعالیت عادی روزمره خود ادامه دادند.

آزمودنی‌ها در دو مرحله یعنی پیش از شروع پروتکل تمرینی و پس از هشت هفته در محل مرکز توانبخشی ورزشی حاضر شده و وزن، قد، ضخامت چربی زیرپوستی، حداکثر اکسیژن مصرفی ($Vo_{2max}$)، فشار خون سیستولی و دیاستولی با استفاده از فشارسنج دیجیتال، سی آر پی فوق حساس (hs-CRP)، گلوکز خون، سطح انسولین سرمی، مقاومت به انسولین آن‌ها اندازه‌گیری شد. با استفاده

- به منظور برآورد درصد ضخامت چربی زیرپوستی از دستگاه کالیپر Harpndn ساخت کشور انگلستان که دقت اندازه‌گیری آن ۰/۱ میلی‌متر بود استفاده گردید. ضخامت چربی زیرپوستی سه نقطه ران، فوق خاصره و سه سر بازو سه مرتبه به صورت چرخشی اندازه‌گیری شد و میانگین آن در فرمول استفاده گردید:

(سن) ۰/۰۰۰۱۳۹۲- ($X^2$) ۰/۰۰۰۰۰۲۳ + (X) ۰/۰۰۰۹۹۲۹ – ۱/۰۹۹۴۹۲۱ = چگالی بدن

X = مجموعه ضخامت چربی زیرپوستی سه نقطه ران، فوق خاصره و سه سر بازو بر حسب میلی متر است (۳۵) که از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

۱۰۰ ÷ (۴/۵ - چگالی بدن÷ ۴/۹۵)= (٪BF) درصد چربی بدن

- برای اندازه‌گیری آمادگی قلبی تنفسی از آزمون اصلاح شده بروس بر روی نوارگردان (تکنوجیم ساخت کشور ایتالیا) استفاده گردید.:

$VO_{2max}$ = (زمان × ۲/۲۸۲ ) + ۸/۵۴۵

که در این فرمول زمان کل طی شده (به‌صورت دقیقه یا کسری از دقیقه) است.

- برای اندازه گیری سی آر پی فوق حساس (hs-CRP) که جهت ارزیابی احتمال بروز بیماری‌های قلبی و عروقی مورد استفاده قرار می‌گیرد از کیت اندازه گیری الایزا کمپانی رش سخت کشور آلمان استفاده شد.
- جهت تعیین سطوح گلوکز خون به روش الایزا از کیت مخصوص شرکت پارس آزمون ساخت کشور ایران اندازه‌گیری استفاده شد.
- سطح انسولین سرمی به روش الایزا با استفاده از کیت دیاپلاس ساخت کشور آمریکا اندازه‌گیری شد. برای محاسبه مقاومت به انسولین از فرمول HOMA-IR استفاده شد.

HOMA-IR = (انسولین ناشتا سرم (میلی واحد بر میلی‌لیتر) × قند خون ناشتا سرم (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)) (۱۸ × ۲۲/۵ ÷



www.SID.ir

Archive of SID



همچنین، جهت اندازه‌گیری فشار خون سیستول و دیاستول از آزمودنی‌ها خواسته شد تا در ساعت ۷:۴۵ صبح در محل نمونه‌گیری حضور داشته باشند و در هر دو مرحله، پس از حدود ۱۵ دقیقه استراحت، اندازه‌گیری فشار خون و خون‌گیری در ساعت ۸ صبح شروع شد و تا ساعت ۹ صبح به پایان رسید. هر دو مرحله اندازه‌گیری فشارخون توسط پزشک و با فشارسنج دیجیتال بازویی بیورر (Beurer) مدل BM20 ساخت کشور آلمان انجام شد.

در پایان مداخله ۱۰ نفر به دلیل عدم تمایل به ادامه شرکت در مطالعه و غیبت بیش از سه جلسه از مطالعه خارج گردید و تجزیه و تحلیل بر روی ۴۲ نفر انجام پذیرفت.

پس از جمع آوری داده‌ها، جهت تجزیه و تحلیل آن‌ها از نسخه ۲۱ نرم افزار SPSS در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده گردید که برای ارزیابی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد و جهت تعیین تفاوت‌های درون‌گروهی از آزمون t وابسته و جهت تعیین تفاوت‌های میان گروه‌ها از روش آماری تحلیل کوواریانس و درصورت معنی‌داری از آزمون LSD برای تعیین اختلاف بین گروه‌ها استفاده گردید.

## یافته‌ها

نتایج نشان داد که میانگین و انحراف معیار سن و قد به ترتیب در آزمودنی‌های گروه تمرین شدید تناوبی ۵/۹۴ ± ۵۵/۳۵ سال و ۶۷/۹۷ ± ۱۲۶/۹۳ سانتی‌متر، در گروه تمرین ترکیبی ۵/۴۳ ± ۵۴/۱۴ سال و ۴/۹۸ ± ۱۶۰/۵۷ سانتی‌متر و در گروه شاهد ۶/۴۰ ± ۵۵/۷۱ سال و ۱۲/۸۲ ± ۱۵۶/۴۲ سانتی‌متر بودند.

نتایج مطالعه نشان داده‌اند که هشت هفته تمرین شدید تناوبی در آزمودنی‌های این گروه مداخله‌ای باعث تفاوت معنی داری در محیط دور کمر، ضربان قلب استراحت، فشارخون سیستولیک، فشارخون دیاستولیک و حداکثر اکسیژن مصرفی نسبت به قبل از مداخله شده است ($P < ۰/۰۵$)، به طوری که هشت هفته تمرین شدید تناوبی باعث کاهش میزان محیط دور کمر، ضربان قلب استراحت، فشارخون سیستولیک و فشارخون دیاستولیک و نیز باعث افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی گردیده است (جدول ۱).

نتایج مطالعه نشان داده‌اند که هشت هفته تمرین ترکیبی قدرتی-استقامتی در آزمودنی‌های این گروه مداخله‌ای باعث تفاوت معنی داری در میزان توده بدن، محیط دور کمر، ضربان قلب استراحت، فشارخون سیستولیک، فشارخون دیاستولیک و حداکثر اکسیژن مصرفی نسبت به قبل از مداخله شده است ($P < ۰/۰۵$)، به طوری که هشت هفته تمرین ترکیبی قدرتی-استقامتی باعث کاهش میزان توده بدن، محیط دور کمر، ضربان قلب استراحت، فشارخون سیستولیک و فشارخون دیاستولیک و نیز باعث افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی گردیده است (جدول ۱).

و این در حالی است که بعد از ۸ هفته هیچ تفاوت معنی داری در میزان توده بدن، شاخص توده بدن، درصد چربی، محیط دور کمر، ضربان قلب استراحت، فشارخون سیستولیک، فشارخون دیاستولیک و حداکثر اکسیژن مصرفی مشاهده نمی‌گردد ($P > ۰/۰۵$) (جدول ۱).

**جدول ۱:** مقایسه ویژگی های آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها در سه گروه در مرحله پیش آزمون و پس آزمون

علاوه بر این نتایج در مقایسه‌های بین گروهی تمرینات شدید تناوبی، تمرینات ترکیبی قدرتی-استقامتی و شاهد نشان داد که تفاوت معنی داری فقط در متغیرهای محیط دور کمر، فشار خون دیاستولیک و حداکثر اکسیژن مصرفی مشاهده می‌شود ($P <$ ۰/۰۵)، به طوری که محیط دور کمر و فشار خون دیاستولیک در گروه تمرینات شدید تناوبی و تمرینات ترکیبی قدرتی-استقامتی نسبت به گروه شاهد کاهش بیشتری داشته است و حداکثر اکسیژن مصرفی در این دو گروه نسبت به گروه شاهد افزایش بیشتری داشته است (جدول ۱).

داده‌های مربوط به نیمرخ خطر قلبی متابولیکی (قند خون ناشتا، انسولین، مقاومت به انسولین و hs-CRP در جدول ۲ ذکر شده است.

نتایج مطالعه نشان داده‌اند که هشت هفته تمرین شدید تناوبی در آزمودنی‌های این گروه مداخله‌ای باعث تفاوت معنی داری در قند خون ناشتا، انسولین، مقاومت به انسولین و hs-CRP نسبت به قبل از مداخله شده است ($P <$ ۰/۰۵)، به طوری که هشت هفته تمرین شدید تناوبی باعث کاهش معناداری در قند خون ناشتا، انسولین مقاومت به انسولین و hs-CRP گردیده است (جدول ۲).

نتایج مطالعه نشان داده‌اند که هشت هفته تمرین ترکیبی قدرتی-استقامتی در آزمودنی‌های این گروه مداخله‌ای باعث تفاوت معنی داری در انسولین و مقاومت به انسولین نسبت به قبل از مداخله شده است ($P <$ ۰/۰۵)، به طوری که هشت هفته تمرین ترکیبی قدرتی-استقامتی باعث کاهش معناداری در انسولین و مقاومت به انسولین گردیده است (جدول ۲).

این در حالی است که بعد از ۸ هفته هیچ تفاوت معنی داری در میزان قند خون ناشتا، انسولین، مقاومت به انسولین و hs-CRP مشاهده نمی‌گردد ($P >$ ۰/۰۵) (جدول ۲).

علاوه بر این نتایج در مقایسه‌های بین گروهی تمرینات شدید تناوبی، تمرینات ترکیبی قدرتی-استقامتی و شاهد نشان داد که تفاوت معنی داری فقط در متغیرهای انسولین و مقاومت به انسولین مشاهده می‌شود ($p<$۰/۰۵)، به طوری که انسولین و مقاومت به انسولین در گروه تمرینات شدید تناوبی و تمرینات ترکیبی قدرتی-استقامتی نسبت به گروه شاهد کاهش بیشتری داشته است (جدول ۲).

## بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد تمرین تناوبی سرعتی باعث کاهش معنی‌داری بر سطوح hs-CRP نسبت به گروه تمرین ترکیبی شده است. همچنین در هر دو نوع تمرین (ترکیبی و تناوبی سرعتی) باعث بهبود معنی‌داری در شاخص مقاومت به انسولین مشاهده می‌شود. مطالعات مختلفی تأثیر تمرین ترکیبی را بر سطوح فاکتورهای قلبی متابولیکی مورد بررسی قرار دادند و به تغییرات غلظت این فاکتورهای التهابی و ارتباط آن با مقاومت به انسولین اشاره داشتند. از جمله Touvra و همکاران گزارش کردند اجرای ۸ هفته تمرین ترکیبی هوازی و قدرتی منجر به کاهش معنی‌دار سطح hs-CRP



www.SID.ir

Archive of SID



| | تمرین شدید تناوبی، انحراف معیار ± میانگین | تمرین ترکیبی قدرتی- استقامتی، انحراف معیار ± میانگین | شاهد، انحراف معیار ± میانگین | F بین گروهی | P بین گروهی |
|---|---|---|---|---|---|
| **توده بدن، کیلوگرم** | | | | ۱/۶۹ | ۰/۱۹۷ |
| پیش آزمون | ۷۳/۰۶ ± ۲۱/۶۲ | ۷۶/۳۰ ± ۹/۵۸ | ۷۱/۴۴ ± ۱۳/۲۰ | | |
| پس آزمون | ۷۷/۰۰ ± ۱۲/۳۴ | ۷۵/۵۵ ± ۹/۲۳ | ۷۱/۲۶ ± ۱۳/۰۶ | | |
| t درون گروهی | -۰/۹۱۴ | ۲/۴۰۷ | ۰/۴۸۱ | | |
| ارزش P | ۰/۳۷۷ | ۰/۰۳۲ | ۰/۶۳۹ | | |
| **شاخص توده بدن (BMI)، کیلوگرم/مترمربع** | | | | ۰/۵۱ | ۰/۶۰۳ |
| پیش آزمون | ۲۹/۵۷ ± ۲/۷۷ | ۲۹/۸۵ ± ۲/۹۷ | ۲۹/۷۰ ± ۴/۱۷ | | |
| پس آزمون | ۲۸/۹۷ ± ۳/۳۹ | ۲۹/۹۹ ± ۸/۶۱ | ۲۹/۱۳ ± ۴/۴۱ | | |
| t درون گروهی | ۱/۲۱۱ | -۰/۴۲۱ | ۱/۳۸۶ | | |
| ارزش P | ۰/۲۴۸ | ۰/۶۸۰ | ۰/۱۸۹ | | |
| **درصد چربی، BF%** | | | | ۰/۶۰ | ۰/۵۵۰ |
| پیش آزمون | ۴۲/۶۴ ± ۲/۲۳ | ۳۱/۳۲ ± ۴/۶۳ | ۴۳/۹۲ ± ۲/۴۹ | | |
| پس آزمون | ۴۱/۱۴ ± ۴/۳۴ | ۲۷/۹۹ ± ۲/۳۶ | ۴۲/۶۴ ± ۴/۹۵ | | |
| t درون گروهی | ۱/۰۴۲ | -۰/۹۷۶ | ۰/۹۱۱ | | |
| ارزش P | ۰/۳۱۷ | ۰/۳۴۷ | ۰/۳۷۹ | | |
| **محیط دور کمر، سانتی‌متر** | | | | ۶/۲۷ | **۰/۰۰۴ |
| پیش آزمون | ۱۰۲/۲۱ ± ۱۰/۶۷ | ۱۰۱/۱۴ ± ۱۰/۱۶ | ۹۷/۴۲ ± ۱۱/۰۸ | | |
| پس آزمون | ۹۵/۱۴ ± ۹/۸۴ | ۹۶/۰۰ ± ۶/۵۵ | ۹۷/۲۷ ± ۹/۷۸ | | |
| t درون گروهی | ۸/۰۵۸ | ۴/۳۱۰ | ۳/۴۴۷ | | |
| ارزش P | **۰/۰۰۰ | **۰/۰۰۱ | ۰/۹۰۱ | | |
| **ضربان قلب استراحت، ضربه در دقیقه** | | | | ۱/۰۷ | ۰/۰۹ |
| پیش آزمون | ۷۰/۵۰ ± ۳/۰۷ | ۶۸/۱۲ ± ۲/۴۸ | ۷۱/۰۲ ± ۳/۰۳ | | |
| پس آزمون | ۶۶/۷۰ ± ۲/۹۰ | ۶۶/۱۰ ± ۲/۳۵ | ۷۲/۳۷ ± ۲/۸۷ | | |
| t درون گروهی | ۲/۰۲ | ۱/۰۱ | -۰/۴۴۷ | | |
| ارزش P | *۰/۰۱ | ۰/۰۹ | ۰/۷۵ | | |
| **فشار خون سیستولیک ،میلی متر جیوه** | | | | ۰/۶۰ | ۰/۵۵۰ |
| پیش آزمون | ۱۳۳/۲۵ ± ۱۰/۶۷ | ۱۳۵/۴۵ ± ۱۰/۳۳ | ۱۳۴/۸۹ ± ۱۲/۱۲ | | |
| پس آزمون | ۱۲۲/۰۲ ± ۱۱/۸۴ | ۱۲۲/۰۲ ± ۹/۲۱ | ۱۳۵/۱۱ ± ۱/۰۱ | | |
| t درون گروهی | ۲/۳۲ | ۲/۹۰۱ | ۰/۹۱۱ | | |
| ارزش P | **۰/۰۰۹ | **۰/۰۰۵ | ۰/۳۷۹ | | |
| **فشار خون دیاستولیک، میلی متر جیوه** | | | | ۳/۲۷ | *۰/۰۲ |
| پیش آزمون | ۸۵/۴۵ ± ۴/۶۰ | ۸۶/۵۶/ ± ۲/۴۶ | ۸۵/۹۲ ± ۳/۱۲ | | |
| پس آزمون | ۸۰/۲۵/ ± ۳/۳۰ | ۸۱/۷۰ ± ۵/۱۵ | ۸۶/۰۳ ± ۲/۸۹ | | |
| t درون گروهی | ۳/۰۵۸ | ۳/۵۱۰ | -۰/۴۴۷ | | |
| ارزش P | **۰/۰۰۱ | **۰/۰۰۱ | ۰/۹۰۱ | | |
| **حداکثر اکسیژن مصرفی، میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه** | | | | ۶/۷۱ | **۰/۰۰۳ |
| پیش آزمون | -۳۲/۵۴ ± ۷/۳ | ۳۴/۴۲ ± ۵/۳۸ | ۳۱/۱۲ ± ۵/۳۳ | | |
| پس آزمون | ۴۱/۴۴ ± ۶/۰۹ | ۳۸/۱۳ ± ۶/۰۳ | ۳۳/۱۸ ± ۶/۸۳ | | |
| t درون گروهی | -۴/۶۷ | -۳/۴۰ | -۱/۲۴ | | |
| ارزش P | **۰/۰۰۰ | **۰/۰۰۵ | ۰/۲۳۵ | | |

** معنی داری در سطح P < ۰/۰۵، * معنی داری در سطح P < ۰/۰۱.

**جدول۲:** مقایسه درون گروهی و میان گروهی تغییرات سلامت قلبی متابولیکی در سه گروه



www.SID.ir

Archive of SID



| | تمرین شدید تناوبی، انحراف معیار ± میانگین | تمرین ترکیبی قدرتی- استقامتی، انحراف معیار ± میانگین | شاهد، انحراف معیار ± میانگین | F بین گروهی | P بین گروهی |
|---|---|---|---|---|---|
| **hs-CRP، گرم بر لیتر** | | | | ۱/۶۰۶ | ۰/۲۱۴ |
| پیش آزمون | ۴/۰۶ ± ۱/۰۲ | ۵/۶۴ ± ۱/۹۴ | ۲/۶۰ ± ۱/۹۱ | | |
| پس آزمون | ۱/۷۳ ± ۰/۸۲ | ۳/۲۸ ± ۳/۱۶ | ۲/۲۸ ± ۱/۵۳ | | |
| t درون گروهی | ۶/۹۲ | ۲/۰۴ | ۱/۰۸ | | |
| ارزش P | **۰/۰۰۰ | ۰/۰۶۲ | ۰/۳۰ | | |
| **قند خون ناشتا، میلی لیتر بر دسی لیتر** | | | | ۱/۸۵۳/۵ | ۰/۱۷۱ |
| پیش آزمون | ۲۱۰/۰۷ ± ۳۲/۹۰ | ۲۱۶ ± ۶۳/۰۸ | ۱۷۷/۲۸ ± ۴۷/۰۹ | | |
| پس آزمون | ۱۴۷/۹۲ ± ۴۱/۱۷ | ۱۶۳/۸۵ ± ۷۱/۴۷ | ۱۸۳/۲۸ ± ۶۰/۷۰ | | |
| t درون گروهی | ۵/۳۴ | ۲/۰۴ | -۰/۴۰۸ | | |
| ارزش P | **۰/۰۰۰ | ۰/۰۶۲ | ۰/۶۹۰ | | |
| **انسولین، IU/mL** | | | | ۳/۶۲۲ | *۰/۰۳۶ |
| پیش آزمون | ۷/۷۲ ± ۲/۶۳ | ۹/۱۰ ± ۲/۶۲ | ۶/۵۸ ± ۱/۶۱ | | |
| پس آزمون | ۴/۹۶ ± ۱/۳۰ | ۵/۹۳ ± ۲/۲۴ | ۶/۲۱ ± ۲/۰۶ | | |
| t درون گروهی | ۴/۹۵ | ۴/۳۱ | ۰/۹۱۲ | | |
| ارزش P | **۰/۰۰۰ | **۰/۰۰۱ | ۰/۳۷۸ | | |
| **مقاومت به انسولین** | | | | ۵/۵۱۱ | **۰/۰۰۸ |
| پیش آزمون | ۳/۸۷ ± ۱/۲۵ | ۴/۸۸ ± ۱/۶۱ | ۲/۸۸ ± ۱/۰۳ | | |
| پس آزمون | ۱/۶۳ ± ۰/۴۳ | ۲/۳۶ ± ۱/۱۳ | ۲/۷۷ ± ۱/۱۸ | | |
| t درون گروهی | ۷/۳۱ | ۴/۶۵ | ۰/۳۵۰ | | |
| ارزش P | **۰/۰۰۰ | **۰/۰۰۰ | ۰/۷۳۲ | | |

** معنی داری در سطح ۰/۰۵ > P

* معنی داری در سطح ۰/۰۱ > P.

پلاسما گردیده است (۳۶). از طرف دیگر عدم کاهش در این سایتوکاین مترشح شده از بافت چربی (۳۷) را می‌توان همراستا با عدم تغییر در توده بدن، درصد چربی بدن و BMI دانست. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق Kim که نشان داد بدنبال ۱۲ هفته تمرین دایره‌ای با شدت متوسط بهبود معنی‌داری بطور همزمان در ترکیب بدن و سطوح CRP (۳۸) مشاهد کردند همراستا نبود. همچنین اخیراً در تحقیق دیگری Liu و همکاران بر خلاف نتایج پژوهش حاضر بهبود معنی‌داری در شرایط التهابی زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ مشاهده کردند (۳۹). اما نتایج این تحقیق را می‌توان همراستا با نتایج تحقیق Touvra و همکاران (۲۰۱۱) دانست که نشان داد بدنبال هشت هفته تمرین ترکیبی هوازی و قدرتی کاهشی در سطوح CRP مشاهده شد (۳۶).

تحقیق Colato و همکاران (۲۰۱۴) که ناهمسو با نتایج تحقیق حاضر بود، نشان دادند که بدنبال ۱۲ هفته تمرین ترکیبی در بزگسالان دارای اضافه وزن و چاق تغییر معنی‌داری در ترکیب بدن بهمراه بهبود در مارکرهای التهابی مشاهده شد (۴۰). علت تناقض نتایج می‌تواند مربوط به عدم معنی‌داری تغییرات وزن در گروه تمرین تناوبی سرعتی باشد که در تحقیقات ناهمسو تغییرات معنی‌داری وزن و درصد چربی مشاهده شد. یکی از دلایل احتمالی ناهمسو بودن نتایج تحقیق را می‌توان به دوره کوتاه‌تر تحقیق، ویژگی آزمودنی‌ها (بیمار و سالم)، جنس و سن آزمودنی‌ها مربوط دانست. بنابراین با کاهش صورت گرفته در سطح CRP در گروه تمرین HIIT نشان دهنده این است که HIIT نقش مثبتی در کاهش التهاب قلبی و خاصیت ضد التهابی در این بیماران دارد (۴۱). بنابراین می‌توان گفت که تمرینات HIIT علاوه بر اثرات مثبتی که در بهبود ظرفیت‌های هوازی و غیر هوازی و عملکردی در بیماران قلبی دارد، دارای اثرات ضد التهابی و به عنوان یک روش مکمل در به نتیجه رسیدن روش‌ها و تکنیک‌های درمانی را به خود اختصاص می‌دهد. Munk و همکاران (۲۰۱۰) در تحقیق دیگری نشان دادند که تمرینات HIIT سبب بهبود نوسان ضربان قلب در بیماران مبتلا به آنژین صدری Angina pectoris می‌شود. همچنین آستانه غیر هوازی و ظرفیت عملکردی بعد از تمرینات HIIT افزایش پیدا می‌کند (۴۲).

در مطالعه حاضر کاهش معنی‌داری در فشار خون سیتولی و دیاستولی آزمودنی‌های گروه‌های مداخله مشاهده شد. این نتایج ناهمسو با نتایج Cauza و همکاران و Yokoyama و همکاران بود (۴۳, ۴۴). Cauza و همکاران نشان دادند که بدنبال ۱۶ هفته تمرین ورزشی هوازی با شدت متوسط هیچ تغییر معنی‌داری در فشار خون سیستولی و دیاستولی مشاهده نکردند (۴۴). به نظر می‌رسد ممکن است فعالیت ورزشی در این پژوهش با کاهش چربی خون و بهبود در غلظت



www.SID.ir

Archive of SID



هورمون‌های کاتکولامینی، نقشی درمانی در برابر اختلالات فشار خون در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ را داشته باشد (۴۵). این تحقیق با نتایج تحقیق Ciolac و همکاران که تفاوت معنی‌داری بین تمرینات با شدت بالا و شدت متوسط مشاهده کردند مغایرت داشت (۲۷, ۲۸). آن‌ها به این نتیجه رسیدند که تمرینات با شدت بالا در مقایسه با تمرینات با شدت کم باعث افزایش تون سمپاتیکی کمتر (ترشح اپی‌نفرین کمتر) (۲۷)، عملکرد عروقی بهتر (ترشح NO بیشتر) (۲۷, ۲۸) و سفتی عروقی کمتر می‌گردد (۲۹).

همچنین در پژوهش حاضر بدنبال ۸ هفته فعالیت ورزشی تناوبی شدید و ترکیبی بهبود معنی‌داری در حداکثر اکسیژن مصرفی مشاهده گردید. این نتایج همسو با یافته‌های Jorge (۱۴)،Kadoglou (۴۶)، Baldacci (۴۷) بود. Baldacci و همکاران بدنبال ۱۲ هفته تمرینات هوازی و همچنین Kadoglou و همکاران بدنبال چهار ماه تمرینات هوازی افزایش معنی‌داری در حداکثر اکسیژن مصرفی نشان دادند (۴۶, ۴۷). این احتمال وجود دارد که سازگاری‌های مرکزی و محیطی مهمترین عوامل افزایش اکسیژن مصرفی بیشینه هستند. فعالیت‌های ورزشی منظم باعث افزایش حجم پلاسما شده که منجر به افزایش بازگشت وریدی و پیش بار بطنی می‌گردد که خود منجر به افزایش حجم ضربه‌ای می‌شود (۴۸, ۴۹)، همچنین انجام فعالیت‌های تناوبی شدید منجر به افزایش تعداد و اندازه میتوکندری‌ها و نیز افزایش فعالیت آنزیم‌های میتوکندری شده (۵۰, ۵۱) و در نهایت مجموع این عوامل باعث بهبود حداکثر اکسیژن مصرفی در این دو شیوه تمرینی می‌گردد. همچنین، بین دوشیوه تمرینی تفاوت معنی‌داری در بهبود حداکثر اکسیژن مصرفی دیده نشد.

همانطور که در بخش یافته‌ها بیان شد تمرین سرعتی شدید و ترکیبی قدرتی-استقامتی اثری معنی‌داری بر کاهش انسولین و مقاومت به انسولین کاهش داشت. نتایج بین گروهی تفاوت معنی-داری را در گروه‌های تمرینی نشان نداد، اما در میزان انسولین و مقاومت به انسولین تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. نتایج این تحقیق با نتایج برخی از تحقیقات همخوانی (۵۲, ۵۳) و با نتایج برخی همخوانی نداشت (۵۴, ۵۵).

از محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به عدم کنترل دقیق تغذیه در افراد اشاره کرد. همچنین، بدلیل تقسیم بندی گروه‌ها براساس HbA1c ممکن است در برخی عوامل همچون نوع رژیم غذایی، داروی مصرفی و مدت زمان بیماری تفاوت‌های اولیه وجود داشته باشد. همچنین از سایر محدودیت‌ها می‌توان به عدم کنترل دقیق رژیم غذایی و نیز شرایط روح و روانی آزمودنی‌ها در خارج از محیط اشاره نمود. لذا توصیه می‌شود با توجه به محدودیت در طول زمان اجرای تحقیق و نیز عدم کنترل تغذیه در آزمودنی‌ها و نیز عدم همسان‌سازی داروهای ضد دیابت مصرفی در گروه‌ها، تحقیقات دیگر با کنترل موارد بالا و در دوره‌های طولانی‌تر بر این فاکتورها و فاکتورهای دیگر التهابی بررسی گردد.

## نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تمرین سرعتی تناوبی شدید باعث بهبود قند خون ناشتا، انسولین ناشتا، مقاومت به انسولین در زنان دیابت ملیتوس گردد. این نوع مداخله تمرینی می‌تواند به عنوان یک شیوه تمرینی مؤثر برای زنان دیابت ملیتوس توصیه شود، اما یک رابطه معکوس بین شدت ورزش و پایبندی بیماران به یک برنامه مداخله ورزشی وجود دارد، تعجب‌آور نیست که اجرای فعالیت ورزشی نسبتاً شدید با پایبندی کم بیمار و نرخ ترک فعالیت مرتبط است. همچنین، بر اساس یافته‌های این مطالعه، تمرینات سرعتی شدید برای بهبود سلامت قلبی متابولیکی زنان میان‌سال دارای اضافه وزن مبتلا به دیابت شیرین توصیه می‌شود. این نوع مداخله تمرینی می‌تواند به عنوان یک شیوه تمرینی مؤثر برای درمان و بهبود شرایط زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ کاربردهای موثری داشته باشد.

## سپاسگزاری

این تحقیق توسط کمیته اخلاق معاونت پژوهشی دانشگاه شهرکرد با کد ۹۴۱۲۵۸ در تاریخ ۱۳۹۳/۲/۱۶ و نیز ثبت کارآزمایی بالینی IRCT2015041519995N4 تأیید شده است. در پایان از تمامی افرادی که در اجرای این تحقیق مشارکت داشتند و ما را یاری رساندند تقدیر و سپاسگزاری می‌شود.

## References

1. Ahmadi A, Mobasheri M, Soori H. Prevalence of major coronary heart disease risk factors in Iran. Int J Epidemiol Res. 2014;1(1):3-8.
2. Pavkov ME, Bennett PH, Knowler WC, Krakoff J, Sievers ML, Nelson RG. Effect of youth-onset type 2 diabetes mellitus on incidence of end-stage renal disease and mortality in young and middle-aged Pima Indians. JAMA. 2006;296(4):421-6. DOI: 10.1001/jama.296.4.421 PMID: 16868300
3. Stewart KJ. Role of exercise training on cardiovascular disease in persons who have type 2 diabetes and hypertension. Cardiol Clin. 2004;22(4):569-86. DOI: 10.1016/j.ccl.2004.06.007 PMID: 15501624
4. Mourad JJ, Le Jeune S. Blood pressure control, risk factors and cardiovascular prognosis in patients with diabetes: 30 years of progress. J Hypertens Suppl. 2008;26(3):S7-13. PMID: 19363847
5. Nichols GA, Gullion CM, Koro CE, Ephross SA, Brown JB. The incidence of congestive heart failure in type 2 diabetes: an update. Diabetes Care. 2004;27(8):1879-84. PMID: 15277411
6. Rawal LB, Tapp RJ, Williams ED, Chan C, Yasin S, Oldenburg B. Prevention of type 2 diabetes and its complications in developing countries: a review. Int J Behav Med. 2012;19(2):121-33. DOI: 10.1007/s12529-011-9162-9 PMID: 21590464
7. Sigal RJ, Kenny GP, Boule NG, Wells GA, Prud'homme D, Fortier M, et al. Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. Ann Intern Med. 2007;147(6):357-69. PMID: 17876019
8. Saremi A, Shavandi N, Parastesh M, Daneshmand H. Twelve-week aerobic training decreases chemerin level and improves cardiometabolic risk factors in



www.SID.ir

Archive of SID



overweight and obese men. Asian J Sports Med. 2010;1(3):151-8. PMID: 22375203

9. Malin SK, Navaneethan SD, Mulya A, Huang H, Kirwan JP. Exercise-induced lowering of chemerin is associated with reduced cardiometabolic risk and glucose-stimulated insulin secretion in older adults. J Nutr Health Aging. 2014;18(6):608-15. DOI: 10.1007/s12603-014-0459-7 PMID: 24950152
10. Look ARG, Pi-Sunyer X, Blackburn G, Brancati FL, Bray GA, Bright R, et al. Reduction in weight and cardiovascular disease risk factors in individuals with type 2 diabetes: one-year results of the look AHEAD trial. Diabetes Care. 2007;30(6):1374-83. DOI: 10.2337/dc07-0048 PMID: 17363746
11. Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR, et al. Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. Diabetes Care. 2010;33(12):e147-67. DOI: 10.2337/dc10-9990 PMID: 21115758
12. Sheikholeslami Vatani D, Ahmadi S, Ahmadi Dehrashid K, Gharibi F. Changes in cardiovascular risk factors and inflammatory markers of young, healthy, men after six weeks of moderate or high intensity resistance training. J Sports Med Phys Fitness. 2011;51(4):695-700. PMID: 22212275
13. Cuff DJ, Meneilly GS, Martin A, Ignaszewski A, Tildesley HD, Frohlich JJ. Effective exercise modality to reduce insulin resistance in women with type 2 diabetes. Diabetes Care. 2003;26(11):2977-82. PMID: 14578226
14. Jorge ML, de Oliveira VN, Resende NM, Paraiso LF, Calixto A, Diniz AL, et al. The effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic control, inflammatory markers, adipocytokines, and muscle insulin signaling in patients with type 2 diabetes mellitus. Metabolism. 2011;60(9):1244-52. DOI: 10.1016/j.metabol.2011.01.006 PMID: 21377179
15. Larose J, Sigal RJ, Khandwala F, Prud'homme D, Boule NG, Kenny GP, et al. Associations between physical fitness and HbA(1)(c) in type 2 diabetes mellitus. Diabetologia. 2011;54(1):93-102. DOI: 10.1007/s00125-010-1941-3 PMID: 20953579
16. Maiorana A, O'Driscoll G, Goodman C, Taylor R, Green D. Combined aerobic and resistance exercise improves glycemic control and fitness in type 2 diabetes. Diabetes Res Clin Pract. 2002;56(2):115-23. PMID: 11891019
17. Gibala MJ, Little JP, Macdonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. J Physiol. 2012;590(5):1077-84. DOI: 10.1113/jphysiol.2011.224725 PMID: 22289907
18. Vollaard N, Metcalfe R. CrossTalk Debate: High intensity interval training does/does not have a role in risk reduction or treatment of disease: Do not write off supramaximal exercise just yet. J Physiol. 2016.
19. Ramirez-Velez R, Hernandez A, Castro K, Tordecilla-Sanders A, Gonzalez-Ruiz K, Correa-Bautista JE, et al. High Intensity Interval- vs Resistance or Combined- Training for Improving Cardiometabolic Health in Overweight Adults (Cardiometabolic HIIT-RT Study): study protocol for a randomised controlled trial. Trials. 2016;17(1):298. DOI: 10.1186/s13063-016-1422-1 PMID: 27342073
20. Smith MJ. Sprint Interval Training US: The Official Web Site of The United States Olympic Committee; 2008. Available from: http://wwwteamusaorg/assets/documents/attached_file/filename/15738/Sprint_Interval_Training.pdf.
21. Hurst RA. The Effects and Differences of Sprint Interval Training, Endurance Training and the Training Types Combined on Physiological Parameters and Exercise Performance. 2014.
22. 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 PMID: 26350611
23. DiPietro L, Dziura J, Yeckel CW, Neufer PD. Exercise and improved insulin sensitivity in older women: evidence of the enduring benefits of higher intensity training. J Appl Physiol (1985). 2006;100(1):142-9. DOI: 10.1152/japplphysiol.00474.2005 PMID: 16141382
24. Chilibeck PD, Bell GJ, Farrar RP, Martin TP. Higher mitochondrial fatty acid oxidation following intermittent versus continuous endurance exercise training. Can J Physiol Pharmacol. 1998;76(9):891-4. PMID: 10066139
25. Burgomaster KA, Hughes SC, Heigenhauser GJ, Bradwell SN, Gibala MJ. Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. J Appl Physiol (1985). 2005;98(6):1985-90. DOI: 10.1152/japplphysiol.01095.2004 PMID: 15705728
26. Harmer AR, Ruell PA, McKenna MJ, Chisholm DJ, Hunter SK, Thom JM, et al. Effects of sprint training on extrarenal potassium regulation with intense exercise in Type 1 diabetes. J Appl Physiol (1985). 2006;100(1):26-34. DOI: 10.1152/japplphysiol.00240.2005 PMID: 16179401
27. Ciolac EG, Bocchi EA, Bortolotto LA, Carvalho VO, Greve JM, Guimaraes GV. Effects of high-intensity aerobic interval training vs. moderate exercise on hemodynamic, metabolic and neuro-humoral abnormalities of young normotensive women at high familial risk for hypertension. Hypertens Res. 2010;33(8):836-43. DOI: 10.1038/hr.2010.72 PMID: 20448634
28. Tjonna AE, Lee SJ, Rognmo O, Stolen TO, Bye A, Haram PM, et al. Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the



www.SID.ir

Archive of SID



metabolic syndrome: a pilot study. Circulation. 2008;118(4):346-54. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.772822 PMID: 18606913

29. Guimaraes GV, Ciolac EG, Carvalho VO, D'Avila VM, Bortolotto LA, Bocchi EA. Effects of continuous vs. interval exercise training on blood pressure and arterial stiffness in treated hypertension. Hypertens Res. 2010;33(6):627-32. DOI: 10.1038/hr.2010.42 PMID: 20379194
30. Esfarjani F, Rashidi F, Marandi SM. The Effect of Aerobic Exercise on Blood Glucose, Lipid Profile and Apo. J Ardabil Univ Med Sci. 2013;13(2):132-41.
31. Ketabi Poor S, Koushkie Jahromi M. Effeet of Aquatic Aerobic Training on Serum A and B Apoproteins and Lipoproteins in Obese and Normal Weight Menopause Women. Arak Med Univ J. 2014;17(8):44-52.
32. Larose J, Sigal RJ, Khandwala F, Kenny GP. Comparison of strength development with resistance training and combined exercise training in type 2 diabetes. Scand J Med Sci Sports. 2012;22(4):e45-54. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2011.01412.x PMID: 22092541
33. Gibala MJ, Little JP, van Essen M, Wilkin GP, Burgomaster KA, Safdar A, et al. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. J Physiol. 2006;575(Pt 3):901-11. DOI: 10.1113/jphysiol.2006.112094 PMID: 16825308
34. Hovanloo F, Arefirad T, Ahmadizad S. Effects of sprint interval and continuous endurance training on serum levels of inflammatory biomarkers. J Diabetes Metab Disord. 2013;12(1):22. DOI: 10.1186/2251-6581-12-22 PMID: 23725447
35. Hansen D, Dendale P, Jonkers RA, Beelen M, Manders RJ, Corluy L, et al. Continuous low- to moderate-intensity exercise training is as effective as moderate- to high-intensity exercise training at lowering blood HbA(1c) in obese type 2 diabetes patients. Diabetologia. 2009;52(9):1789-97. DOI: 10.1007/s00125-009-1354-3 PMID: 19370339
36. Touvra AM, Volaklis KA, Spassis AT, Zois CE, Douda HD, Kotsa K, et al. Combined strength and aerobic training increases transforming growth factor-beta1 in patients with type 2 diabetes. Hormones (Athens). 2011;10(2):125-30. PMID: 21724537
37. Colbert LH, Visser M, Simonsick EM, Tracy RP, Newman AB, Kritchevsky SB, et al. Physical activity, exercise, and inflammatory markers in older adults: findings from the Health, Aging and Body Composition Study. J Am Geriatr Soc. 2004;52(7):1098-104. DOI: 10.1111/j.1532-5415.2004.52307.x PMID: 15209647
38. Kim KB. Effect of different training mode on Interleukin-6 (IL-6) and C-reactive protein (CRP) in type 2 diabetes mellitus (T2DM) patients. J Exerc Nutrition Biochem. 2014;18(4):371-8. DOI: 10.5717/jenb.2014.18.4.371 PMID: 25671204
39. Liu Y, Liu SX, Cai Y, Xie KL, Zhang WL, Zheng F. Effects of combined aerobic and resistance training on the glycolipid metabolism and inflammation levels in type 2 diabetes mellitus. J Phys Ther Sci. 2015;27(7):2365-71. DOI: 10.1589/jpts.27.2365 PMID: 26311110
40. Colato A, Abreu F, Medeiros N, Lemos L, Dorneles G, Ramis T, et al. Effects of concurrent training on inflammatory markers and expression of CD4, CD8, and HLA-DR in overweight and obese adults. J Exercise Sci Fitness. 2014;12(2):55-61.
41. Munk PS, Staal EM, Butt N, Isaksen K, Larsen AI. High-intensity interval training may reduce in-stent restenosis following percutaneous coronary intervention with stent implantation A randomized controlled trial evaluating the relationship to endothelial function and inflammation. Am Heart J. 2009;158(5):734-41. DOI: 10.1016/j.ahj.2009.08.021 PMID: 19853690
42. Munk PS, Butt N, Larsen AI. High-intensity interval exercise training improves heart rate variability in patients following percutaneous coronary intervention for angina pectoris. Int J Cardiol. 2010;145(2):312-4. DOI: 10.1016/j.ijcard.2009.11.015 PMID: 19962772
43. Yokoyama H, Emoto M, Araki T, Fujiwara S, Motoyama K, Morioka T, et al. Effect of aerobic exercise on plasma adiponectin levels and insulin resistance in type 2 diabetes. Diabetes Care. 2004;27(7):1756-8. PMID: 15220262
44. Cauza E, Hanusch-Enserer U, Strasser B, Ludvik B, Metz-Schimmerl S, Pacini G, et al. The relative benefits of endurance and strength training on the metabolic factors and muscle function of people with type 2 diabetes mellitus. Arch Phys Med Rehabil. 2005;86(8):1527-33. DOI: 10.1016/j.apmr.2005.01.007 PMID: 16084803
45. Ruivo JA, Alcantara P. [Hypertension and exercise]. Rev Port Cardiol. 2012;31(2):151-8. DOI: 10.1016/j.repc.2011.12.012 PMID: 22237005
46. Kadoglou NP, Perrea D, Iliadis F, Angelopoulou N, Liapis C, Alevizos M. Exercise reduces resistin and inflammatory cytokines in patients with type 2 diabetes. Diabetes Care. 2007;30(3):719-21. DOI: 10.2337/dc06-1149 PMID: 17327348
47. Balducci S, Zanuso S, Nicolucci A, Fernando F, Cavallo S, Cardelli P, et al. Anti-inflammatory effect of exercise training in subjects with type 2 diabetes and the metabolic syndrome is dependent on exercise modalities and independent of weight loss. Nutr Metab Cardiovasc Dis. 2010;20(8):608-17. DOI: 10.1016/j.numecd.2009.04.015 PMID: 19695853
48. Bacon AP, Carter RE, Ogle EA, Joyner MJ. VO2max trainability and high intensity interval training in humans: a meta-analysis. PLoS One. 2013;8(9):e73182. DOI: 10.1371/journal.pone.0073182 PMID: 24066036



www.SID.ir

Archive of SID




49. Zuhl M, Kravitz L. Hiit vs. continuous endurance training: battle of the aerobic titans. IDEA Fitness J. 2012;9(2):34-40.
50. Ma JK, Scribbans TD, Edgett BA, Boyd JC, Simpson CA, Little JP, et al. Extremely low-volume, high-intensity interval training improves exercise capacity and increases mitochondrial protein content in human skeletal muscle. Open J Molecul Integrat Physiol. 2013.
51. Psilander N. The effect of different exercise regimens on mitochondrial biogenesis and performance: Inst för fysiologi och farmakologi/Dept of Physiology and Pharmacology; 2014.
52. Ha CH, Swearingin B, Jeon YK, Lee M. Effects of combined exercise on HOMA-IR, HOMA β-cell and atherogenic index in Korean obese female. Sport Sci Health. 2015;11(1):49-55.
53. Malin SK, Gerber R, Chipkin SR, Braun B. Independent and combined effects of exercise training and metformin on insulin sensitivity in individuals with prediabetes. Diabetes Care. 2012;35(1):131-6. DOI: 10.2337/dc11-0925 PMID: 22040838
54. Eriksson J, Tuominen J, Valle T, Sundberg S, Sovijarvi A, Lindholm H, et al. Aerobic endurance exercise or circuit-type resistance training for individuals with impaired glucose tolerance? Horm Metab Res. 1998;30(1):37-41. DOI: 10.1055/s-2007-978828 PMID: 9503037
55. Church TS, Blair SN, Cocreham S, Johannsen N, Johnson W, Kramer K, et al. Effects of aerobic and resistance training on hemoglobin A1c levels in patients with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. JAMA. 2010;304(20):2253-62. DOI: 10.1001/jama.2010.1710 PMID: 21098771




www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Rehabilitation Research in Nursing (IJRN) Original Article

Winter 2016, Volume 3, Issue 2 DOI: 10.21859/ijrn-03024

# The Effect of Two Exercise Therapy Methods on Cardiometabolic Health of Overweight Middle-Aged Females With Diabetes Mellitus

**Hajar Azizi [1], Ebrahim Banitalebi [2,*], Seyed Ehsan Amirhosseini [3]**

[1] Msc in Exercise Physiology, Islamic Azad University, Yasouj Branch, Iran
[2] Assistance Professor of Exercise, Physiology University of Shahrekord, Shahrekord, Iran
[3] Assistance Professor, Islamic Azad University, Yasouj Branch, Iran
*** Corresponding author:** Ebrahim Banitalebi, Assistance Professor of Exercise, Physiology University of Shahrekord, Shahrekord, Iran. E-mail: banitalebi.e@gmail.com

**Received:** 25 Dec 2015 **Accepted:** 25 Apr 2016

**Abstract**

**Introduction:** The beneficial effect of exercise on glucose control in type 2 diabetes is associated with several risk factors for cardiovascular disease. The purpose of this study was to study the effect of two exercise therapy methods on cardiometabolic health of overweight middle-aged females with diabetes mellitus.

**Methods:** Overall, 52 overweight female type 2 diabetic patients (age; 45-60 years old and fasting blood glucose ≥ 126 mg/dL (7.0 mmol/L)) were assessed for eligibility. Participants were assigned to sprint interval training group (n = 17), concurrent resistance-endurance training group (n = 17) and control group (n = 18). The combined strength-endurance group did 12 weeks, three sessions per week of endurance training at 60% of maximal heart rate and two sessions resistance training at 70% 1-RM. Intense interval training group did three sessions/week of four to ten repetitions during 30 seconds. Wingate on ergometer included 10 weeks of concurrent resistance-endurance training and intense interval training. Fasting glucose, insulin, insulin resistance, high sensitivity-C-Reactive protein (hs-CRP), interleukin-6 (IL-6), systolic blood pressure, diastolic blood pressure, body fat, waist circumference (WC), waist to hip ratio (WHR) and body mass index (BMI) were measured before and after 12 weeks of intensive training and combined resistance-endurance training.

**Results:** The results showed that following sprint interval training, there were significant changes in hs-CRP ($P < 0.001$), yet this wasn't significant following concurrent training ($P = 0.062$). The results showed that following combined training and sprint interval training, there were no significant changes in body mass index and fat percentage ($P > 0.05$). In addition, it was shown that following combined training there were significant differences in body mass ($P = 0.032$) and waist circumference in the combined training ($P = 0.000$); sprint interval training ($P = 0.001$) and resting heart rate in the intense training group ($P = 0.01$); systolic blood pressure in the combined training ($P = 0.005$); sprint interval training ($P = 0.009$) and diastole pressure in combined ($P = 0.001$) and sprint interval training ($P = 0.001$). Differences were not significant for fasting blood glucose in the sprint interval training groups ($P = 0.000$). Serum insulin levels showed significant increases in the SIT ($P = 0.000$) and Com ($P = 0.000$), significantly. The data showed significant differences in insulin resistance index (HOMA-IR) in sprint interval training group ($P = 0.000$) and concurrent resistance-endurance training ($P = 0.008$). The data showed no significant difference in fasting blood glucose concentrations ($P = 0.171$).

**Conclusions:** Sprint interval training has more effect than combined resistance- endurance training for improving cardiometabolic health and insulin resistance of overweight middle-aged females with diabetes mellitus.

**Keywords:** Exercise Therapy; C-Reactive Protein; Insulin Resistance; Diabetes Mellitus; Type 2

© 2016 Iranian Nursing Scientific Association (INA)

www.SID.ir