پژوهش‌های فیزیولوژی و مدیریت در ورزش
دورهٔ ۱۴، شمارهٔ ۱، بهار ۱۴۰۱
ص ص : ۱۹۳- ۱۷۷

مقایسه تأثیر دوازده هفته برنامه تمرینات موازی (مقاومتی-استقامتی) و تناوبی با شدت بالا بر نشانگرهای آتروژنیک، مقاومت به انسولین و سطوح سرمی پروتئین جاذب منوسیت -۱ در زنان یائسه چاق

معصومه حاتمی [۱] – رضا رشدی بناب *[۲] – سیروان آتشک [۳]

۱.دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد بناب، دانشگاه آزاد اسلامی، بناب، ایران۲.استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد بناب، دانشگاه آزاد اسلامی، بناب، ایران ۳.دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران

(تاریخ دریافت : ۰۹/ ۰۳/ ۱۴۰۰، تاریخ تصویب : ۱۸/ ۰۶ / ۱۴۰۰)

چکیده

فرایند یائسگی به‌دلیل تغییرات هورمونی با بروز چاقی و افزایش شایان توجه خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی (CVD) همراه است. با این حال، مشخص شده است که انجام فعالیت‌های ورزشی راهبرد عملی و کاربردی برای پیشگیری و درمان چاقی و اختلالات قلبی متابولیکی مربوط به آن است و می‌تواند به کاهش نشانگرهای خطرزای CVD منجر شود. ازاین‌رو تحقیق حاضر با هدف بررسی و مقایسه تأثیر دوازده هفته برنامه تمرینات موازی و تناوبی با شدت بالا (HIIT) بر نشانگرهای آتروژنیک، مقاومت به انسولین و سطوح سرمی پروتئین جاذب منوسیت -۱ (MCP-1) در زنان یائسه چاق انجام گرفت. بدین‌منظور در یک مطالعه نیمه‌تجربی ۴۵ زن یائسه چاق، به‌طور تصادفی در سه گروه تمرینات HIIT (انجام ۶ -۱۲ بار وهله‌های۶۰ ثانیه دویدن با حداکثر شدت (۸۵-۹۵٪HRMax) و متعاقب آن ۶۰ ثانیه دویدن با شدت پایین ۵۵-۶۰٪ HRMax)، تمرینات موازی (بخش مربوط به تمرین استقامتی شامل دویدن با ۵۵-۷۵ HRMax و بخش تمرین مقاومتی مشتمل بر دو نوبت در هشت ایستگاه با شدت ۵۵-۷۵ IRM) و گروه کنترل جایگزین شدند. برنامه تمرینات سه روز در هفته و به مدت دوازده هفته انجام گرفت. پیش و پس از تمرینات، نشانگرهای ترکیب بدن و نمونه‌های خونی تمامی آزمودنی‌ها در حالت ناشتایی اندازه‌گیری و آنالیز شد. داده‌ها با استفاده از آزمون‌های t-همبسته و آنالیز واریانس تحلیل شدند. یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که هر دو روش تمرین موازی و HIIT سبب بهبود معنادار نشانگرهای ترکیب بدنی (وزن، درصد چربی بدن، شاخص توده بدنی و نسبت دور کمر به لگن)، نیمرخ لیپیدی و شاخص آتروژنیک پلاسما، مقاومت به انسولین و سطوح سرمی MCP-1 در زنان یائسه چاق شد (P<۰/۰۵). با این حال، اختلاف معناداری بین اثرگذاری دو شیوه تمرینی بر این نشانگرها مشاهده نشد (P>۰/۰۵). افزون‌بر این تمامی این نشانگرها در گروه کنترل بدون تغییر باقی ماندند (P<۰/۰۵). ازاین‌رو می‌توان انجام تمرینات ورزشی مذکور را بدون در نظر گرفتن شیوه تمرینی خاص، به زنان پس از دوره یائسگی جهت تعدیل عوامل خطرزای بیماری‌های CVD توصیه کرد.

واژه‌های کلیدی

تمرینات تناوبی، تمرینات موازی، چاقی، زنان یائسه، عوامل خطرزای بیماری‌های قلبی- عروقی.

* نویسندهٔ مسئول : تلفن : ۰۹۱۴۴۰۰۰۱۸۱
Email: Reza.roshdi@bonabiau.ac.ir

مقدمه

چاقی، اختلال متابولیکی چندعاملی پیچیده‌ای است که بسیاری آن را اپیدمی سده بیست‌ویکم می‌دانند و نتایج تحقیقات متعدد نشان داده‌اند که نقش چشمگیری در بروز بسیاری از اختلالات فیزیولوژیکی و عوارض کاردیومتابولیکی، بیماری‌های مختلف و مرگ‌ومیر دارد (۱). افزون‌بر این مشخص شده است که چاقی با التهاب مزمن همراه است، که یکی از عوامل اصلی در شروع و پیشرفت اغلب بیماری‌های متابولیکی مرتبط با چاقی مانند بیماری‌های قلبی-عروقی (CVD)[1] به‌شمار می‌رود (۲). CVD اصلی‌ترین علت مرگ‌ومیر در سراسر جهان بوده و مشخص شده است که میزان شیوع این بیماری در زنان یائسه چهار برابر بیشتر از زنان هم سن غیریائسه است. در واقع فرایند یائسگی به‌دلیل تغییرات هورمونی (به‌ویژه محرومیت از استروژن در زمان یائسگی) در افزایش چشمگیر خطر ابتلا به بیماری‌های CVD دخیل است (۳)، که بخشی از این اختلاف مربوط به اثر ضدآتروژنیک و حفاظتی استروژن زنان در برابر بیماری‌هایCVD در دوره پیش از یائسگی است (۴).

گزارش شده است که بافت چربی از اندام‌های اندوکرین بسیار فعال و مهم از نظر متابولیکی است که گروهی از مولکول‌های فعال بیولوژیکی به نام آدیپوکین‌ها یا آدیپوسیتوکین‌ها را می‌سازد و ترشح می‌کند که دارای عملکردهای بیولوژیکی متنوعی‌اند و ترشح مولکول‌های التهابی و تولید نابجای آدیپوکین‌های ناشی از اختلال عملکرد بافت چربی پل ارتباطی بین چاقی و بیماری‌های مزمن مانند CVD و مقاومت به انسولین محسوب می‌شود (۵). در این بین برخی تحقیقات پروتئین جاذب شیمیایی مونوسیت-۱[2] (MCP-1) را به‌عنوان میانجی‌گر کلیدی شروع التهاب بافت چربی در چاقی معرفی کرده‌اند (۶). MCP-1 پلی‌پپتید کوچک ۱۳ کیلودالتونی است که به‌عنوان کموکاین لیگاند-۲ (CCL2) نیز شناخته می‌شود و از اعضای خانواده کموکاین CC است، که به‌عنوان عامل جاذب ماکروفاژها در بافت چربی در بیماری‌های مرتبط با چاقی مانند CVD، مقاومت به انسولین و آتروژنز ایفای نقش می‌کند (۷) و در به‌کارگیری سلول‌های T و مونوسیت نقش مهمی دارد؛ همچنین به القای رگ‌زایی در سلول‌های اندوتلیال منجر می‌شود (۸). نتایج تحقیقات بیانگر این است که سطوح در گردش خون و بیان ژن MCP-1 در بافت چربی احشایی و زیرجلدی در افراد چاق در مقایسه با گروه شاهد لاغر افزایش پیدا می‌کند (۹). همچنین MCP-1 از طریق فراخوانی ماکروفاژها در بافت چربی و ایجاد زمینه التهاب، مسیرهای درون‌سلولی را فعال می‌کند که موجب افزایش مقاومت انسولینی و دیابت نوع دو می‌شود (۱۰). از طرفی دیس لیپیدمی آتروژنیک ناشی از تغییر پروفایل لیپیدی در دوران یائسگی پدیده‌ای شایع است که به‌عنوان بخشی از سندروم متابولیک در نظر گرفته می‌شود که با افزایش تری‌گلیسیرید (TG) و لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL-C) و کاهش لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL-C) در خون مشخص شده و به‌عنوان عامل خطر مهم برای بیماری‌های CVD در نظر گرفته می‌شود (۱۱). در میان شاخص‌های لیپیدی شاخص آتروژنیک پلاسما[3] (AIP) (Log TG/HDL-C) یک نشانگر زیستی جدید و قوی برای دیس لیپیدمی است که به‌عنوان شاخص سندروم متابولیک و سندروم بیماری‌های CVD در نظر گرفته می‌شود (۱۲) و یافته‌های تحقیقاتی رابطه مثبت و معنادار بین شاخص‌های چاقی (به‌ویژه چاقی مرکزی و احشایی) با AIP را نشان می‌دهد (۱۳، ۱۴).

1 . Cardiovascular Disease
2 . Monocyte Chemoattractant Protein 1
3 . Atherogenic index of plasma

با این حال مشخص شده است که فعالیت‌های ورزشی راهبرد عملی و کاربردی برای پیشگیری و درمان چاقی و اختلالات قلبی متابولیکی مربوط به آن است که به کاهش شایان توجه توده چربی بدن، کاهش التهاب سیستمیک و مقاومت به انسولین منجر می‌شود. در واقع به‌نظر می‌رسد که تعدیل و سازگاری ایجادشده در فاکتورهای جدید از جمله میوکین‌ها، سیتوکین‌های ایمنی و آدیپوکین‌ها، نقش مهمی در پاسخ بدن به فعالیت‌های ورزشی دارند (۱). در این زمینه گزارش شده است که بخشی از تأثیرات محافظتی فعالیت‌های ورزشی در جلوگیری از بروز بیماری‌های مزمن مانند CVD، ممکن است ناشی از سرکوب فرایند التهاب در نتیجه این مداخلات باشد (۱۵) و عقیده بر این است که فعالیت ورزشی از راه کاهش توده چربی و نفوذ کمتر ماکروفاژها، سبب تولید کمتر عامل‌های التهابی توسط بافت چربی می‌شود (۱۶). با این حال، درحالی‌که تأثیرات مثبت تمرینات سنتی (هوازی و مقاومتی) در تحقیقات انکارناپذیر است، اجرای تمرینات ورزشی با رویکردهای تمرینی جدید با ایجاد تنوع در برنامه تمرینی و خارج شدن از حالت یکنواختی تمرینی می‌تواند کارایی و احساس رضایت بیشتری را نسبت به برنامه‌های تمرینی سنتی، دارویی و درمانی در افراد ایجاد کند. در این زمینه برخی محققان اظهار داشته‌اند که تمرینات موازی همزمان در مقایسه با اجرای مستقل روش‌های تمرین سنتی (مقاومتی و هوازی) در افراد دارای اضافه وزن دارای تأثیرات ضدالتهابی بیشتری است (۱۷)، افزون‌بر این یافته‌های تحقیقات بیانگر این است که با توجه به کمبود زمان، تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT)[1] نسبت به شیوه‌های دیگر تمرینی، تأثیرات و مزایای بیشتری در ارتباط با سلامت قلبی- عروقی و کاهش چربی دارا بوده و گزارش شده است که تمرینات HIIT، به‌عنوان یک پروتکل ورزشی مقرون به صرفه و کارامد، در مقایسه با روش‌های سنتی تمرینات ورزشی در کاهش عوامل خطرزای مرتبط با چاقی و سندروم متابولیک مؤثرتر است (۱۸). به‌طوری‌که اخیراً گروه تحقیقاتی لیته[2] و همکاران (۲۰۲۰) گزارش دادند با اینکه انجام سه روش مختلف تمرینات تناوبی شدید (HIIT)، تداومی با شدت متوسط[3] (MICT) و تداومی با شدت پایین (LICT) سبب کاهش بیان مارکرهای التهابی مانند MCP-1 می‌شوند، با این حال، این اثر در گروه HIIT به‌مراتب بارزتر است (۱۹). همچنین غفاری و همکاران (۱۳۹۶) با مطالعه تأثیر یک دوره تمرین شدید تناوبی و موازی قدرتی- استقامتی بر سطوح برخی از آدیپوکاین‌های مرتبط با مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به دیابت ملیتوس، گزارش دادند با اینکه هر دو شیوه تمرینی موجب کاهش معنادار مقاومت به انسولین و سطوح سرمی MCP-1 در زنان دیابتی دارای اضافه وزن می‌شود، اثرگذاری تمرینات تناوبی شدید بر روی این مارکر التهابی بیشتر است (۲۰). با این حال، باید توجه داشت که در خصوص اثرگذاری این دو روش تمرینی (HIIT و موازی) بر عوامل خطرزای بیماری‌های CVD (مانند MCP-1، مقاومت به انسولین و شاخص آتروژنیک) نتایج محدود و ضد و نقیض مشاهده می‌شود (۲۱، ۲۲).

نظر به افزایش شیوع چاقی و پیامدهای ناشی از آن در سلامت زنان به‌ویژه در دوره یائسگی، و کمبود و تناقض در مطالعات جامع در خصوص مقایسه روش تمرینات HIIT با تمرینات موازی، تحقیق حاضر با این هدف صورت خواهد پذیرفت تا به بررسی مقایسه تأثیر برنامه تمرینات HIIT با تمرینات موازی (استقامتی-مقاومتی) بر نشانگرهای آتروژنیک، مقاومت به انسولین و سطوح سرمی MCP-1 در زنان یائسه چاق بپردازد.

1 . High intensity interval training
2 . Leite
3 . Moderate intensity continuous training

روش بررسی

روش پژوهش حاضر از نوع شبه‌تجربی و کاربردی است و طرح آن به‌صورت پیش‌آزمون- پس‌آزمون با گروه‌های تمرین و کنترل انجام گرفت. بدین‌ترتیب پس از نصب فراخوان توسط محقق، آزمودنی‌های داوطلب شناسایی و در یک جلسه توجیهی اهداف و فواید و خطرهای احتمالی شرکت در پژوهش برای آنان توضیح داده شد. حجم نمونه در پژوهش حاضر ۴۵ زن یائسه چاق بود که از بین زنان یائسه ۵۰-۶۵ ساله شهرستان بوکان و با توجه به حجم نمونه در پژوهش‌های قلبی صورت‌گرفته در این زمینه و محدود بودن دسترسی به زنان یائسه چاق بی‌تحرک انتخاب شدند. ملاک ورود به تحقیق حاضر شامل زنان یائسه غیرفعال چاق (دارای BMI برابر و بالاتر از ۳۰) که دست‌کم یک سال از آخرین دوره قاعدگی آنها گذشته باشد، قرار گرفتن در دامنه سنی ۵۰ - ۶۵ سال، نداشتن سابقه و ابتلا به بیماری‌های مزمن خاص (بیمارهای قلبی- عروقی، ریوی، دیابت و سرطان)، نداشتن سابقه انجام فعالیت ورزشی منظم در یک سال پیش از شروع تحقیق و عدم مصرف دخانیات، دارو یا مکمل خاص که این موارد با استفاده از پرسشنامه سابقه پزشکی-سلامت ارزیابی شد. معیارهای خروج از تحقیق نیز شامل عدم همکاری لازم و غیبت بیش از سه جلسه در جلسات تمرینی از جانب آزمودنی‌ها، ابتلا به بیماری طی فرایند تحقیق یا سایر مشکلات برای شرکت در برنامه‌های تمرینی بود. پس از جلسه توجیهی، برگه رضایت‌نامه آگاهانه کتبی از تمامی آزمودنی‌ها اخذ شد و در ادامه آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی در یکی از سه گروه ۱۵ نفری کنترل ، تمرین موازی و HIIT جایگزین شدند. به‌منظور همگن‌سازی گروه‌ها از شاخص BMI استفاده شد. با این حال دو نفر از آزمودنی‌های هر کدام از گروه‌های تمرینی به‌دلیل غیبت بیش از حد مجاز و یک نفر از گروه کنترل نیز به‌دلیل عدم شرکت در اندازه‌گیری پس آزمون از تحقیق خارج شدند.

شاخص‌های ترکیب بدنی آزمودنی‌ها در دو مرحله پیش و پس از برنامه تحقیق و در حالت ناشتا ارزیابی شد. بدین‌ترتیب که میزان قد و وزن آزمودنی‌ها با حداقل پوشش ممکن و با استفاده از ترازو و قدسنج سکا ساخت آلمان (به‌ترتیب با دقت ۵ گرم و ۱ میلی‌متر) اندازه‌گیری و میزان شاخص توده بدنی (BMI) نیز از طریق تقسیم وزن بدن (kg) بر مجذور قد (m^2) محاسبه شد. محیط کمر (WC)، محیط لگن (HC) و نسبت دور کمر به لگن (WHR) نیز با استفاده از متر نواری قابل ارتجاع اندازه‌گیری شد. به‌منظور برآورد درصد چربی بدنی آزمودنی‌ها نیز از طریق اندازه‌گیری ضخامت چربی زیرجلدی با استفاده از دستگاه ضخامت‌سنج یاگامی ساخت ژاپن (با دقت ۱ میلی‌متر) در سه ناحیه از بدن (سه‌سر بازو، فوق‌خاصره و ران) و به کمک معادله جکسون و پولاک محاسبه شد (۲۳). همه اندازه‌گیری‌های چین پوستی در طرف راست بدن و در سه نوبت با فاصله ۲۰ ثانیه جهت برگشت به حالت اولیه انجام گرفت. همچنین حداکثر ضربان قلب (HR_{max}) آزمودنی‌ها و حداکثر تکرار بیشینه (1RM) در ایستگاه‌های مقاومتی منتخب به‌منظور کنترل شدت و اجرای تمرینات ارزیابی شد. شایان ذکر است که براساس دستورالعمل‌های اخلاقی تمامی موارد اخلاقی در پژوهش حاضر رعایت شد، به‌طوری‌که ضمن داشتن اختیار لازم به‌منظور انصراف از ادامه همکاری در برنامه تحقیق، به آزمودنی‌ها اطمینان لازم در خصوص محرمانه ماندن اطلاعات آنها داده شد. همچنین پیش از شروع برنامه تمرین تأییدیه اخلاقی از کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی بناب با شماره مجوز IR.IAU.BONAB.1399.1203 اخذ شد.

در ادامه افرادی که در گروه‌های تمرین موازی و HIIT قرار گرفتند، به مدت ۱۲ هفته (سه جلسه در هفته و

به‌صورت یک روز در میان) به انجام تمرینات ورزشی نظارت‌شده پرداختند. درحالی‌که افراد گروه کنترل به انجام فعالیت‌های معمول و روزانه خود مشغول شدند. برنامه تمرینات گروه HIIT شامل وهله‌های ۶۰ ثانیه دویدن با حداکثر شدت (۸۵-۹۵٪HR_{Max}) و متعاقب آن ۶۰ ثانیه دویدن با شدت پایین (۵۵-۶۰٪ HR_{MAX}) بود که آزمودنی‌ها در هفته اول ۶ مرتبه، هفته دوم ۸ مرتبه، هفته‌های سوم تا هشتم ۱۰ مرتبه و هفته‌های ۹-۱۲ را با ۱۲ تکرار به پایان رساندند (۲۴). درحالی‌که برنامه گروه موازی شامل انجام تمرینات در دو بخش مقاومتی و استقامتی بود که بخش تمرین مقاومتی شامل انجام ۳ ست از ایستگاه‌های مقاومتی منتخب (شامل ایستگاه‌های پرس سینه، سیم‌کش، پرس شانه، خم شدن بازو، شکم، پرس پا، خم شدن پا و ساق پا با استفاده از دستگاه‌های بدنسازی شرکت مبارز) در هر جلسه و به‌صورت پیشرونده بود که آزمودنی‌های این گروه هفته اول را با شدت ۵۵ درصد 1RM و با ۱۰-۱۵ تکرار شروع کردند و در پایان هفته دوازدهم با ۸-۱۲ تکرار و شدت ۷۵ درصد 1RM انجام دادند. به‌منظور کنترل شدت تمرینات و سازگاری ایجادشده با بار تمرینی، 1RM شرکت‌کنندگان در پایان هر سه هفته مجدد اندازه‌گیری شده و بارهای اجرایی براساس آن تنظیم شد. بخش تمرین استقامتی نیز شامل دویدن به مدت ۲۰ دقیقه بود که این بخش از تمرینات نیز به‌طور پیشرونده انجام گرفت، به‌طوری‌که با شدت ۵۵ درصد HRmax در هفته اول شروع شد و در هفته آخر به ۷۵ درصد HRmax رسید (۲۵). شدت تمرینات در حین اجرای تمرین با استفاده از ضربان‌سنج پولار ساخت فنلاند (در محدوده ۵± ضربه خطا از ضربان قلب محاسبه‌شده) کنترل شد. آزمودنی‌ها دو گروه تمرینی پیش از شروع هر جلسه تمرینی ۱۰ دقیقه به گرم کردن و در پایان تمرین نیز ۱۰ دقیقه را به سرد کردن خود اختصاص دادند.

نمونه‌های خونی آزمودنی‌ها به‌دنبال ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه، در دو مرحله پیش‌آزمون (پیش از شروع برنامه تمرینی) و پس‌آزمون (۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی) در محیط آزمایشگاه از ورید بازویی دست چپ در وضعیت نشسته و پس از ۱۵ دقیقه استراحت کامل جمع‌آوری شد و بخشی از آن در لوله‌های ونوجکت فاقد ماده ضدانعقاد ریخته شد و پس از سانتریفیوژ (۱۲ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در هر دقیقه توسط دستگاه سانتریفیوژ ساخت شرکت هتیش (Hettich) آلمان) سرم جداسازی‌شده در دمای ۷۰ - درجه سانتی‌گراد منجمد شد. MCP-1 سرمی با استفاده از کیت الایزا Crystal Day Biotech ساخت چین با حساسیت کمتر از ۶/۹۱ پیکوگرم بر میلی‌لیتر و ضریب تغییرات درونی ۹/۴۳ درصد و به روش Sandwich Assay اندازه‌گیری شد. گلوکز نیز با استفاده از کیت گلوکز ساخت شرکت پارس‌آزمون (ایران) و به روش گلوکز اکسیداز با حساسیت ۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر اندازه‌گیری شد. انسولین نیز با روش الایزا و کیت انسانی Monobid آمریکا با حساسیت ۰/۴ میکروواحد بین‌المللی بر میلی‌لیتر اندازه‌گیری شد. شاخص مقاومت به انسولین با روش مدل ارزیابی هوموستاز (HOMA-IR) از طریق فرمول زیر محاسبه شد (۲۶):

$$\text{HOMA-IR} = \text{FBS (mmol/lit)} \times \text{insulin (microunit/lit)} / 22.5$$

همچنین شاخص‌های نیمرخ لیپیدی (کلسترول تام، تری‌گلیسیرید و لیپوپروتئین پرچگال (HDL-C)) به روش آنزیماتیک و با استفاده از کیت شرکت پارس‌آزمون اندازه‌گیری شدند. درحالی‌که لیپوپروتئین کم‌چگال (LDL-C) با استفاده از معادله فرویدوال محاسبه شد (۲۷). همچنین از فرمول Log TG/HDL برای اندازه‌گیری شاخص آتروژنیک پلاسما (AIP) استفاده شد.

در راستای آنالیز داده‌ها، برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها و همچنین همگنی واریانس‌ها به‌ترتیب از آزمون‌های کولموگروف- اسمیرنوف و لون استفاده شد. به‌منظور بررسی تغییرات بین‌گروهی از آزمون تحلیل عاملی واریانس یکطرفه (One-way ANOVA) و آزمون تعقیبی بونفرونی بهره‌برداری شد. ضمن آنکه تغییرات درون‌گروهی با استفاده آزمون t-همبسته آنالیز شد. تمامی محاسبات آماری در سطح معناداری P<۰/۰۵ و با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام گرفت.

یافته‌ها

نتایج آزمون بررسی مقایسه بین‌گروهی ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها در مرحله پیش آزمون (پیش از انجام تمرینات) در جدول ۱ ارائه شده است که نتایج نشان داد که در مقادیر نشانگرهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی در پیش‌آزمون و پیش از اجرای پروتکل تمرینی، تفاوت معنادار بین سه گروه مورد بررسی وجود ندارد و گروه‌ها از این نظر با هم همگن بودند (P>۰/۰۵).

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌های سه گروه

گروه	متغیر / تعداد	سن (سال)	وزن (kg)	قد (cm)	BMI (kg/m^2)	درصد چربی بدن
HIIT	۱۳	۵۴/۸۲±۳/۸۱	۸۰/۹۲±۵/۶۵	۱۶۳/۱۵±۶/۰۲	۳۰/۳۷±۰/۵۲	۳۲/۲۸±۴/۹۰
موازی	۱۳	۵۵/۷۲±۳/۷۶	۸۲/۸۷±۶/۱۳	۱۶۴/۰۷±۶/۵۰	۳۰/۷۶±۱/۰۵	۳۵/۰۶±۳/۶۷
کنترل	۱۴	۵۷/۸۰±۲/۵۵	۸۳/۳۷±۶/۵۵	۱۶۲/۵۹±۷/۸۰	۳۱/۵۳±۱/۱۴	۳۶/۵۷±۲/۳۷
Sig		۰/۰۷۸	۰/۵۵۷	۰/۸۵۴	۰/۱۱۱	۰/۰۸۰

تفاوت معناداری در بین سه گروه وجود ندارد (P<۰/۰۵).

جدول ۲. مقایسه تغییرات بین‌گروهی و درون‌گروهی نشانگرهای ترکیب بدنی

شاخص‌ها	گروه / مرحله	HIIT	موازی	کنترل	P بین گروهی
وزن (kg)	پیش‌آزمون	۸۰/۵±۹۲/۶۵	۸۲/۶±۸۷/۱۳	۸۳/۶±۳۷/۵۵	۰/۰۰۰ ¥
	پس‌آزمون	۷۸/۶±۵۱/۱۳	۷۸/۵±۹۴/۸۴	۸۳/۶±۶۸/۳۷	
	درون‌گروهی P	۰/۰۰۰*	۰/۰۰۰*	۰/۱۶۰	
BMI (kg/M^2)	پیش‌آزمون	۳۰/۳۷±۰/۵۲۶	۳۰/۷۶±۱/۰۵	۳۱/۵۳±۱/۱۴	۰/۰۰۰ ¥
	پس‌آزمون	۲۹/۴۶±۰/۸۲	۲۹/۳۱±۰/۹۴	۳۱/۶۵±۱/۲۱	
	درون‌گروهی P	۰/۰۰۰*	۰/۰۰۰*	۰/۱۳۲	
درصد چربی بدن	پیش‌آزمون	۳۳/۲۸±۴/۹۰	۳۵/۰۶±۳/۳۶	۳۶/۵۷±۲/۳۷	۰/۰۰۰ ¥
	پس‌آزمون	۳۱/۱۶±۴/۴۲	۳۱/۶۲±۲/۲۰	۳۶/۵۱±۲/۵۵	
	درون‌گروهی P	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۵۶۵	
دور کمر (cm)	پیش‌آزمون	۹۵/۰۲±۴/۳۵	۹۷/۰۳±۳/۶۵	۹۸/۱۴±۴/۵۹	۰/۰۰۰ ¥
	پس‌آزمون	۹۲/۲۸±۴/۳۱	۹۴/۵۰±۳/۰۳	۹۸/۰۵±۴/۳۵	
	درون‌گروهی P	۰/۰۰۰*	۰/۰۰۰*	۰/۶۶۸	
دور لگن (cm)	پیش‌آزمون	۹۸/۸۶±۳/۴۹	۱۰۱/۱۶±۴/۳۹	۱۰۰/۵۶±۵/۱۲	۰/۴۷۶
	پس‌آزمون	۹۸/۷۳±۳/۵۱	۱۰۰/۹۳±۴/۴۳	۱۰۰/۵۵±۵/۰۴	
	درون‌گروهی P	۰/۳۷۷	۰/۰۹۷	۰/۸۸۲	
WHR	پیش‌آزمون	۰/۹۶±۰/۰۲	۰/۹۵±۰/۰۳	۰/۹۷±۰/۰۳	۰/۰۰۸ ¥
	پس‌آزمون	۰/۹۳±۰/۰۳	۰/۹۳±۰/۰۳	۰/۹۷±۰/۰۲	
	درون‌گروهی P	۰/۰۰۰*	۰/۰۰۱*	۰/۷۳۵	

*تفاوت معنادار پیش تا پس‌آزمون در هر گروه ؛ ¥ تفاوت معنادار بین دو گروه تمرینی با گروه کنترل

نتایج تجزیه‌وتحلیل آماری (آزمون کولموگروف-اسمیرنوف) نشان داد که توزیع تمام متغیرهای مورد سنجش، طبیعی و نرمال است. همچنین، همگن بودن واریانس‌های سه گروه در کل شاخص‌های مورد مطالعه از طریق آزمون لون تأیید شد. میانگین و انحراف معیار تغییرات شاخص‌های ترکیب بدنی، آتروژنیک و مقاومت به انسولین در مراحل پیش و پس آزمون و به تفکیک سه گروه در جدول‌های ۲، ۳ و ۴ ارائه شده است. در این زمینه نتایج آزمون تحلیل واریانس بیانگر نبود تفاوت معنادار در مرحله پیش‌آزمون یعنی پیش از شروع تمرینات ورزشی در تمامی شاخص‌ها در بین گروه‌های مورد بررسی بود (P>۰/۰۵). با این حال، همان‌طورکه مشاهده می‌شود، پس از دوازده هفته تمرینات ورزشی تفاوت معناداری در میانگین تمامی این نشانگرها در بین گروه‌ها وجود دارد (P<۰/۰۵). همچنین بررسی و مقایسه تغییرات درون‌گروهی متغیرها با استفاده از آزمون t-همبسته نشان داد که برنامه تمرین ورزشی HIIT با شدت بالا و موازی سبب کاهش معنادار نشانگرهای ترکیب بدن، شاخص آتروژنیک و نیمرخ لیپیدی و شاخص مقاومت به انسولین HOMA-R می‌شود، درحالی‌که تغییرات میانگین این نشانگرها در گروه کنترل بدون تغییر معنادار باقی ماند (P>۰/۰۵).

جدول ۳. مقایسه تغییرات بین‌گروهی و درون‌گروهی نشانگرهای نیمرخ لیپیدی و آتروژنیک گروه‌های مورد بررسی

نشانگرها	گروه / مرحله	HIIT	موازی	کنترل	Pبین گروهی
تری گلیسیرید (mg/dl)	پیش‌آزمون	۱۶۳/۰۶±۲۸/۲۴	۱۵۵/۸۸±۲۴/۳۱	۱۷۰/۹۰±۲۸/۸۹	۰/۰۰۴ ¥
	پس‌آزمون	۱۴۷/۳۵±۲۹/۱۴	۱۳۹/۶۳±۲۴/۶۵	۱۶۹/۳۰±۲۸/۸۴	
	P درون‌گروهی	۰/۰۰۲*	۰/۰۰۲*	۰/۵۱۶	
کلسترول تام (mg/dl)	پیش‌آزمون	۱۸۸/۵۱±۲۶/۲۱	۱۹۷/۸۸±۲۷/۶۶	۲۰۰/۸۴±۳۰/۵۱	۰/۰۰۰ ¥
	پس‌آزمون	۱۷۴/۳۰±۲۷/۳۹	۱۸۳/۱۸±۲۰/۰۴	۲۰۲/۰۴±۳۱/۳۳	
	P درون‌گروهی	۰/۰۰۰*	۰/۰۰۰*	۰/۴۰۷	
HDL-C (mg/dl)	پیش‌آزمون	۴۳/۷۷±۶/۹۱	۴۵/۵۰±۶/۳۹	۴۴/۸۲±۶/۷۲	۰/۰۱۰ ¥
	پس‌آزمون	۴۷/۱۶±۷/۹۳	۴۸/۳۳±۶/۷۳	۴۴/۰۸±۶/۶۷	
	P درون‌گروهی	۰/۰۰۷*	۰/۰۰۳*	۰/۱۱۰	
lDL-C (mg/dl)	پیش‌آزمون	۱۱۲/۱۲±۲۸/۸۲	۱۲۱/۲۰±۲۸/۱۲	۱۲۲/۲۷±۳۰/۲۳	۰/۰۰۰ ¥
	پس‌آزمون	۹۷/۶۶±۳۰/۱۸	۱۰۶/۶۲±۲۰/۲۳	۱۲۵/۶۲±۳۱/۳۱	
	P درون‌گروهی	۰/۰۰۲*	۰/۰۰۱*	۰/۱۲۲	
شاخص AIP	پیش‌آزمون	۳/۸۷±۱/۱۶	۳/۵۳±۰/۹۸	۳/۹۷±۱/۲۴	۰/۰۰۰
	پس‌آزمون	۳/۲۶±۱/۰۳	۲/۹۸±۰/۸۴	۴/۰۰±۱/۲۷	
	P درون‌گروهی	۰/۰۰۰*	۰/۰۰۰*	۰/۷۴۱	

*تفاوت معنادار پیش تا پس آزمون در هر گروه؛ ¥ تفاوت معنادار بین دو گروه تمرینی با گروه کنترل

جدول ۴. مقایسه تغییرات بین‌گروهی و درون‌گروهی نشانگرهای مقاومت به انسولین سه گروه مورد بررسی

شاخص‌ها	گروه / مرحله	HIIT	موازی	کنترل	Pبین‌گروهی
انسولین (µg/l)	پیش‌آزمون	۱۲/۷۱±۲/۸۵	۱۴/۲۷±۲/۱۱	۱۳/۷۵±۲/۴۶	۰/۰۰۴ ¥
	پس‌آزمون	۱۰/۳۹±۲/۲۷	۱۱/۵۲±۲/۵۳	۱۳/۷۳±۲/۶۳	
	Pدرون‌گروهی	۰/۰۰۰*	۰/۰۰۲*	۰/۸۴۰	
گلوکز (mg/dl)	پیش‌آزمون	۱۰۹/۰۵±۷/۹۷	۱۰۱/۶۳±۱۰/۸۶	۱۰۶/۰۵±۹/۲۷	۰/۰۳۶ ¥
	پس‌آزمون	۱۰۱/۹۴±۱۰/۰۲	۹۶/۰۰±۸/۳۲	۱۰۵/۱۰±۷/۷۹	
	Pدرون‌گروهی	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۲*	۰/۴۰۰	
شاخص HOMA	پیش‌آزمون	۳/۳۷±۰/۸۲	۳/۶۰±۰/۷۲	۳/۲۶±۰/۷۹	۰/۰۰۱ ¥
	پس‌آزمون	۲/۵۹±۰/۰۶	۲/۷۴±۰/۶۶	۳/۲۸±۰/۷۸	
	Pدرون‌گروهی	۰/۰۰۰*	۰/۰۰۱*	۰/۳۶۶	

*تفاوت معنادار پیش تا پس آزمون در هر گروه ؛ ¥ تفاوت معنادار بین دو گروه تمرینی با گروه کنترل

در جدول ۵ نتایج حاصل از آزمون تعقیبی بونفرونی در رابطه با متغیرهای مورد بررسی و تغییرات بین گروه‌ها گزارش شده است.

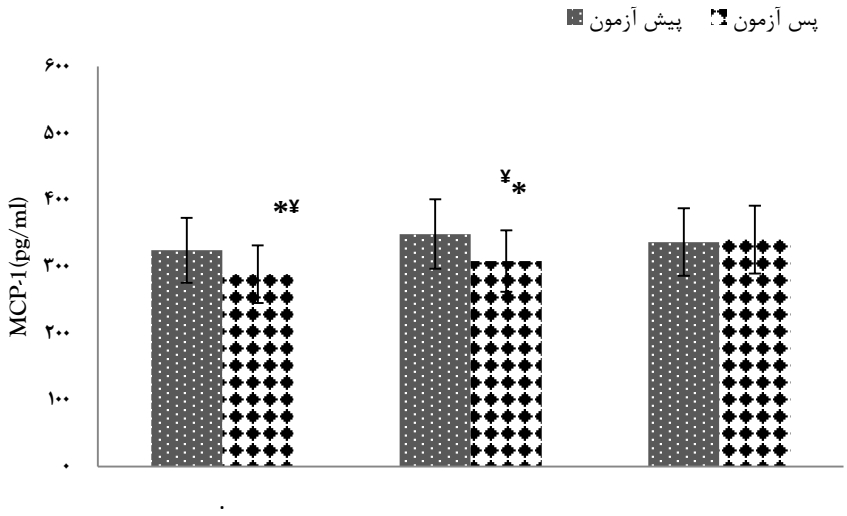
جدول ۵. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی در رابطه با شاخص‌های مورد مطالعه

شاخص		گروه		اختلاف میانگین	Sig
ترکیب بدن	وزن (KG)	HIIT	موازی	۱/۴۵۵	۰/۰۸۶
			کنترل	-۲/۸۰۱	۰/۰۰۰*
		موازی	HIIT	۱/۴۵۵	۰/۰۸۶
			کنترل	-۴/۲۵۶	۰/۰۰۰*
	BMI (kg/M²)	HIIT	موازی	۰/۴۹۵	۰/۱۲۹
			کنترل	-۱/۱۹۰	۰/۰۰۰*
		موازی	HIIT	۰/۴۹۵	۰/۱۲۹
			کنترل	-۱/۶۸۵	۰/۰۰۰*
	درصد چربی بدن	HIIT	موازی	۰/۸۸۴	۰/۵۲۷
			کنترل	-۲/۸۵۰	۰/۰۰۰*
		موازی	HIIT	۰/۸۸۴	۰/۵۲۷
			کنترل	-۳/۷۳۴	۰/۰۰۰*
	دور کمر (cm)	HIIT	موازی	۰/۴۴۸	۱/۰۰۰
			کنترل	-۳/۰۲۲	۰/۰۰۰*
		موازی	HIIT	۰/۴۴۸	۱/۰۰۰
			کنترل	-۳/۵۷۴	۰/۰۰۰*
	دور لگن (cm)	HIIT	موازی	۰/۰۸۱	۱/۰۰۰
			کنترل	-۰/۱۲۳	۱/۰۰۰
		موازی	HIIT	۰/۰۸۱	۱/۰۰۰
			کنترل	-۰/۲۰۴	۰/۶۹۳
	WHR	HIIT	موازی	-۰/۰۰۴	۱/۰۰۰
			کنترل	-۰/۰۲۶	۰/۰۰۰*
		موازی	HIIT	-۰/۰۰۴	۱/۰۰۰
			کنترل	-۰/۰۲۲	۰/۰۰۰*
نشانگرهای نیمرخ لیپیدی و آتروژنیک	تری گلیسیرید (mg/dl)	HIIT	موازی	۱/۲۱۵	۱/۰۰۰
			کنترل	-۱۴/۸۵۰	۰/۰۱۳*
		موازی	HIIT	-۱/۲۱۵	۱/۰۰۰
			کنترل	-۱۶/۰۶۵	۰/۰۰۸*

	کلسترول تام (mg/dl)	HIIT	موازی	-۰/۴۶۵	۱/۰۰۰
			کنترل	-۱۶/۶۶۲	۰/۰۰۰*
		موازی	HIIT	۰/۴۶۵	۱/۰۰۰
			کنترل	-۱۶/۱۹۷	۰/۰۰۰*
	HDL-C (mg/dl)	HIIT	موازی	۰/۵۲۴	۱/۰۰۰
			کنترل	۴/۱۰۵	۰/۰۰۲*
		موازی	HIIT	-۰/۴۶۵	۱/۰۰۰
			کنترل	۳/۵۸۲	۰/۰۰۸*
	lDL-C (mg/dl)	HIIT	موازی	-۰/۹۵۶	۱/۰۰۰
			کنترل	-۱۹/۰۰۲	۰/۰۰۰*
		موازی	HIIT	۰/۴۶۵	۱/۰۰۰
			کنترل	۱۹/۰۰۲	۰/۰۰۰*
	شاخص AIP	HIIT	موازی	-۰/۰۲۰	۰/۹۵۸
			کنترل	-۰/۶۵۵	۰/۰۰۰*
		موازی	HIIT	۰/۰۲۰	۰/۹۵۸
			کنترل	۰/۶۵۵	۰/۰۰۰*
نشانگرهای مقاومت به انسولین	انسولین (µg/l)	HIIT	موازی	۰/۰۷۵	۰/۶۶۱
			کنترل	-۲/۵۲۳	۰/۰۰۱*
		موازی	HIIT	-۰/۰۲۰	۰/۶۶۱
			کنترل	۲/۵۲۳	۰/۰۰۱*
	گلوکز (mg/dl)	HIIT	موازی	۰/۴۰۵	۱/۰۰۰
			کنترل	-۵/۲۸۶	۰/۰۰۹*
		موازی	HIIT	-۰/۴۰۵	۱/۰۰۰
			کنترل	۵/۲۸۶	۰/۰۰۵*
	شاخص HOMA	HIIT	موازی	۰/۰۰۹	۱/۰۰۰
			کنترل	۰-/۸۱۴	۰/۰۰۰*
		موازی	HIIT	-۰/۰۰۹	۱/۰۰۰
			کنترل	-۰/۸۲۳	۰/۰۰۰*
پروتئین جاذب منوسیت -۱	MCP-1	HIIT	موازی	۲/۸۵۰	۰/۹۸۹
			کنترل	-۴۰/۳۸۵	۰/۰۰۰*
		موازی	HIIT	-۲/۸۵۰	۰/۸۹۹
			کنترل	-۴۳/۲۳۴	۰/۰۰۰*

*نشانه تفاوت معنادار در سطح ۰/۰۵ ₽

تغییرات سطوح سرمی پروتئین جاذب منوسیت -۱ (MCP-1) در مراحل پیش‌آزمون-پس‌آزمون در گروه‌های مورد بررسی در نمودار ۱ ارائه شده است. نتایج حاصل از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه بیانگر نبود تفاوت معنادار در مرحله پیش‌آزمون در سطوح سرمی MCP-1 در بین سه گروه مورد بررسی بود (p=۰/۴۸۳)، درحالی‌که در مرحله پس‌آزمون یعنی پس از دوازده هفته برنامه تمرینی تفاوت معناداری در میانگین سطوح این نشانگر در بین سه گروه مورد مطالعه مشاهده شد (P=۰/۰۴۰) که بررسی یافته‌ها با استفاده از آزمون تعقیبی بونفرونی بیانگر وجود اختلاف بین دو گروه تمرینی با گروه کنترل بود (P<۰/۰۰۱)، درحالی‌که بین دو گروه تجربی تفاوت معنادار مشاهده نشد (P=۰/۹۹۱). افزون‌بر این بررسی و مقایسه تغییرات درون‌گروهی با استفاده از آزمون t-همبسته بیانگر کاهش معنادار این نشانگر متعاقب دو شیوه تمرینی بود (P=۰/۰۰۰ : موازی، P=۰/۰۰۰ :HIIT). درحالی‌که نتایج در خصوص گروه کنترل نشان‌دهنده عدم تغییر معنادار این نشانگر در زمان اجرای پژوهش بود (P=۰/۴۲۷).



نمودار ۱. تغییرات سطوح سرمی پروتئین جاذب منوسیت -۱ (MCP-1)

*تفاوت معنادار درون‌گروهی (P< ۰/۰۵)

¥تفاوت معنادار بین دو گروه تمرینی با گروه کنترل (P< ۰/۰۵)

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی و مقایسه تأثیر برنامه تمرینات HIIT با تمرینات موازی بر برخی از نشانگرهای خطرزای بیماری‌های قلبی-عروقی در زنان یائسه چاق صورت پذیرفت. نتایج نشان داد که دوازده هفته انجام هر دو روش تمرینی سبب بهبود معنادار نشانگرهای ترکیب بدنی، نیمرخ لیپیدی و شاخص AIP، مقاومت به انسولین و سطوح سرمی MCP-1 در زنان یائسه می‌شود. افزون‌بر این تفاوت معناداری بین اثرگذاری این دو شیوه تمرینی بر روی این نشانگرها مشاهده نشد. مطالعات متعددی تأثیر شیوه‌های مختلف تمرینات ورزشی را بر نشانگرهای ترکیب بدنی زنان چاق و یائسه بررسی کرده و بر بهبود این نشانگرها اشاره داشته‌اند. از جمله شعبانی و همکاران (۲۰۲۰) گزارش دادند که انجام هشت هفته برنامه تمرینات موازی موجب کاهش معنادار نشانگرهای ترکیب بدنی در زنان یائسه چاق و دارای اضافه وزن کم‌تحرک می‌شود (۲۸). در حقیقت گزارش شده است که با وجود بهبود شاخص‌های ترکیب بدن متعاقب انجام شیوه‌های مختلف تمرینی (مقاومتی، استقامتی، موازی) در افراد چاق، تمرینات موازی با توجه به دارا بودن تأثیرات تعاملی و همپوشانی دو روش تمرینی با یکدیگر، سودمندی مشهودتری را در برخی از این نشانگرها مانند وزن و چربی بدن ایجاد می‌کند (۲۹). افزون‌بر این همسو با یافته‌های پژوهش حاضر آتشک و همکاران (۲۰۲۰) گزارش دادند که انجام برنامه HIIT راهبرد تمرینی مطلوب‌تری در مقایسه با تمرینات تداومی با شدت متوسط جهت بهبود نشانگرهای ترکیب بدنی در زنان یائسه چاق به‌شمار می‌رود (۳۰). در حقیقت گزارش شده است که برنامه تمرینات HIIT در مقایسه با متدهای تداومی تمرین با شدت متوسط سبب فعال شدن بیشتر سیستم عصبی سمپاتیک و ترشح بیشتر کاتکولآمین‌ها، اپی نفرین، نور اپی‌نفرین و هورمون رشد شده، که به افزایش آنزیم‌های لیپولیتیک و چربی‌سوزی بیشتر و بهبود مؤثرتر ترکیب بدن در افراد چاق و غیرفعال منجر می‌شود (۳۱, ۳۲).

عارضه مقاومت به انسولین یکی دیگر از مشکلات متابولیکی مهم درگیر در توسعه و پیشرفت بیماری‌های قلبی- عروقی است که اغلب زنان یائسه و افراد چاق با آن مواجهند و در این بین گزارش شده است که تغییرات شایان

توجهی در مقاومت به انسولین در زنان مسن پس از یائسگی رخ می‌دهد (۳۳). با این حال، مشخص شده است که فعالیت‌های ورزشی راهبرد عملی و کاربردی برای پیشگیری و درمان چاقی و اختلالات قلبی متابولیکی مربوط به آن است که به بهبود چشمگیر این اختلال متابولیکی منجر می‌شود. به‌طوری‌که همسو با یافته تحقیق حاضر گروهی از محققان با بررسی و مقایسه اثرات ۱۰ هفته از اجرای تمرینات تناوبی شدید و موازی با شدت متوسط بر سطوح نشانگرهای مقاومت به انسولین در زنان، مشاهده کردند که هر دو شیوه تمرینی سبب بهبود شاخص‌های ترکیب بدنی و مقاومت به انسولین می‌شوند (۳۴). افزون‌بر این آزالی علمداری و خلفی (۲۰۱۹) تأثیر هشت هفته تمرینات تناوبی شدید را بر شاخص مقاومت به انسولین مردان چاق بررسی و گزارش کردند که این شیوه تمرینات به کاهش شاخص‌های انسولین، گلوکز و بهبود مقاومت به انسولین در افراد چاق منجر می‌شود (۳۵). همچنین در پژوهش دیگر گزارش شد که انجام ده هفته برنامه تمرینات ترکیبی سبب بهبود نشانگرهای مقاومت به انسولین در دختران دارای اضافه وزن شده و ازاین‌رو این شیوه تمرینی می‌تواند جایگزین مناسبی برای تمرینات سنتی در افراد چاق و دارای اضافه وزن باشد (۳۶). در این زمینه به‌نظر می‌رسد که شیوه‌های مختلف تمرینات ورزشی با شدت و مدت مناسب تا حدودی از طریق مکانیزم‌های مشابه مانند بهبود در آبشار سیگنالینگ انسولین، افزایش در دسترس بودن و افزایش محتوی پروتئین ناقل GLUT4 باعث بهبود مقاومت به انسولین در افراد چاق می‌شوند (۳۷). با این حال، نتایج برخی تحقیقات در تضاد با مطالعه حاضر بیانگر عدم تغییر این نشانگرها متعاقب انجام فعالیت‌های ورزشی است. برای مثال قبادیان و همکاران (۱۳۹۸) عدم تغییر شاخص‌های مقاومت به انسولین را متعاقب شش هفته برنامه تمرینات تناوبی شدید در زنان دارای اضافه وزن مشاهده کردند (۳۸). به‌نظر می‌رسد از دلایل اصلی تناقض یافته این محققان با مطالعات مذکور و تحقیق حاضر، عدم تغییر معنادار وزن بدن و چربی و BMI در تحقیق آنها و همچنین نوع برنامه تمرینی و عدم کنترل دقیق شدت تمرینات در برنامه تمرینی این محققان باشد.

یکی دیگر از اختلالات شایع دوران یائسگی دیس لیپیدمی آتروژنیک است که با تکیه بر نتایج مطالعات مختلف می‌توان گفت که سطوح بالای نشانگرهای LDL-C، TC، TG، شاخص آتروژنیک (نسبت TG/HDL-C) و نیز پایین بودن سطوح HDL-C عوامل خطر مهم برای بیماری‌های CVD محسوب می‌شوند. با این حال با اینکه تغییرات پروفایل لیپیدی ناشی از ورزش و سازوکارهای درگیر در این زمینه هنوز به‌طور کامل شناخته نشده است، به‌نظر می‌رسد فعالیت‌های ورزشی توانایی عضلات اسکلتی برای استفاده از لیپیدهای خون در مقایسه با مواد کربوهیدراتی را افزایش می‌دهد، که این امر به کاهش سطح چربی‌های پلاسما منجر می‌شود (۳۹). به‌نظر می‌رسد فعالیت‌های ورزشی نقش کلیدی در پیشگیری و درمان چاقی و درمان غیردارویی دیس لیپیدمی دارد. در این زمینه همسو با یافته تحقیق حاضر شعبانی و همکاران (۲۰۲۰) اظهار داشتند که اجرای هشت هفته تمرینات ترکیبی سبب بهبود نشانگرهای ترکیب بدنی و پروفایل لیپیدی زنان یائسه چاق و دارای اضافه وزن بی‌تحرک می‌شود (۲۸). گروه دیگری از محققان نیز مشاهده کردند که اجرای تمرینات HIIT در مقایسه با شیوه تمرینات تداومی با شدت متوسط تأثیرات برجسته‌تری را بر نشانگرهای پروفایل لیپیدی در زنان یائسه به‌همراه خواهد داشت (۴۰). به‌طور مشابه گروه مطالعاتی مگلهس و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که روش تمرینات HIIT در مقایسه با شیوه تمرینات متوسط در تعدیل نشانگرهای آتروژنیک و نیمرخ لیپیدی در افراد دارای دیابت نوع دو مؤثرتر واقع می‌شود (۴۱). درحالی‌که

محمدی و همکاران (۱۳۹۷) با بررسی تأثیر شش هفته تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) بر شاخص‌های آتروژنیک، مقاومت به انسولین و عملکرد سلول‌های بتا در مردان دارای اضافه وزن، گزارش دادند که اجرای این شیوه تمرینی با این بازه زمانی تغییر معناداری در نیمرخ لیپیدی و شاخص آتروژنیک مردان دارای اضافه وزن ایجاد نکرده است (۲۲)، که به‌نظر می‌رسد طول پروتکل تمرینات از دلایل تناقض نتایج این تحقیق باشد، به‌طوری‌که براساس اظهارنظر این محققان شاید بازه زمانی طولانی‌تر انجام تمرینات می‌توانست در ایجاد تغییرات مطلوب اثرگذار باشد. از سازوکارهای احتمالی اثرگذاری تمرینات ورزشی بر شاخص AIP و نیمرخ لیپیدی می‌توان به افزایش آنزیم‌های لیپوپروتئین لیپاز و لسیتین کلسترول آسیل ترانس (LCAT) پس از تمرینات ورزشی اشاره کرد که سبب کاهش LDL، تری گلیسیرید، کلسترول و افزایش HDL می‌شوند. (۴۲) افزون‌بر این نشان داده شده است که تمرینات ورزشی منظم با افزایش سطوح و نیز عملکرد بیشتر گیرنده‌های هورمون اپی‌نفرین که از فعال‌کننده اصلی لیپاز حساس به هورمون است، می‌تواند در این فرایند درگیر باشد (۴۳).

یکی دیگر از یافته‌های مهم پژوهش حاضر کاهش سطوح سرمی MCP-1 متعاقب انجام هر دو روش تمرینی موازی و HIIT در زنان یائسه چاق بود. MCP-1 به‌عنوان آدیپوکاین نقش مهمی در فرایندهای التهابی داشته و گزارش شده است که سطوح آن در انسان‌ها و نمونه‌های حیوانی چاق بیش از حد بیان شده که می‌تواند با افزایش خطر مرگ‌ومیر یا پاتوزنز بیماری‌های CVD و مقاومت به انسولین همراه باشد (۴۴). با وجود این با اینکه مشخص شده است که یک جلسه فعالیت ورزشی حاد منجر به افزایش این نشانگر و سایر شاخص‌های التهابی می‌شود (۴۵)، براساس شواهد موجود، یکی از مسیرهای اثرگذاری مثبت انواع مختلف تمرینات ورزشی در کنترل و مدیریت چاقی و CVD مربوط به اثرات ضدالتهابی تمرینات ورزشی و در نتیجه کاهش سطوح عوامل التهابی و برخی از آدیپوکاین‌های مترشحه از بافت چربی است. در این زمینه همسو با نتایج پژوهش حاضر بنی‌طالبی و همکاران (۲۰۱۸) با مقایسه تأثیرات ده هفته از اجرای تمرینات HIIT و موازی بر سطوح آدیپوکین‌های مرتبط با مقاومت به انسولین در زنان دیابت نوع ۲، مشاهده کردند که هر دو شیوه تمرینی سبب بهبود شاخص‌های ترکیب بدنی و کاهش سطوح نشانگر التهابی MCP-1 و مقاومت به انسولین می‌شود (۳۴). جمالی نژاد و همکاران (۱۳۹۸) با بررسی و مقایسه تأثیر چهار هفته تمرینات تداومی و HIIT بر سطوح MCP-1 در سرم و بافت عضلانی موش‌های ماده حامل تومور پستان، مشاهده کردند که هر دو شیوه تمرینی سبب کاهش معنادار سطوح سرمی و بافت عضلانی این نشانگر التهابی می‌شوند و در پایان اظهار داشتند که احتمالاً نقش مثبت تمرینات ورزشی در موش‌های سرطانی تا حدودی به‌واسطه تعدیل عوامل التهابی مانند MCP-1 اعمال می‌شود (۴۶). این محققان اشاره کردند به‌نظر می‌رسد که شدت تمرینات ورزشی در تعدیل عوامل التهابی بسیار مؤثر است. گروه دیگری از محققان نیز گزارش کردند که انجام تمرینات موازی همراه با مصرف مکمل آویشن سبب کاهش معنادار سطوح سرمی MCP-1 و مقاومت به انسولین در مردان دارای اضافه وزن می‌شود (۴۷). درحالی‌که نتایج برخی تحقیقات حاکی از عدم تغییر این نشانگر التهابی متعاقب انجام مداخلات ورزشی است. به‌طوری‌که سپیکر و همکاران (۲۰۱۴) عدم تغییر معنادار سطوح سرمی و بافت آدیپوز نشانگرهای التهابی مانند MCP-1 را متعاقب شش هفته دویدن اختیاری بر روی نوار گردان در موش‌های لاغر گزارش دادند (۲۱) که تناقض یافته این محققان را می‌توان به نوع متفاوت برنامه تمرینی

و اختیاری بودن تمرینات و همچنین تفاوت در وضعیت آزمودنی‌های مورد مطالعه (لاغر در مقایسه با چاق و تفاوت در نمونه حیوانی با انسان) نسبت داد. از طرفی، مشخص شده است که ارتباط بین پاسخ تمرین در MCP-1 و سایر سیتوکین‌ها به شدت تمرین ورزشی بستگی دارد (۸). همچنین گزارش شده است که علاوه‌بر شدت تمرینات، فرکانس و حجم تمرینات می‌تواند یکی از عوامل اثرگذار بر پروفایل التهابی باشد. به‌طوری‌که هنک و همکاران (۲۰۱۸) گزارش دادند که انجام چهار هفته تمرینات HIIT و دو بار در هفته تغییر معناداری در نشانگر MCP-1 زنان چاق غیرفعال بعد از دوره یائسگی ایجاد نمی‌کند (۴۸). با جمع‌بندی تحقیقات همسو با نتیجه تحقیق حاضر، می‌توان گفت که کاهش سطوح MCP-1 ناشی از انجام تمرینات ورزشی ممکن است به کاهش وزن بدن یا کاهش درصد چربی مربوط شود. به‌طوری‌که اهالانن و همکاران (۲۰۱۷) با بررسی اثر دو شیوه تمرینات موازی بر نشانگرهای التهابی مردان سالم به این نتیجه دست یافتند که میزان تغییرات شاخص‌های التهابی مانند MCP-1 مرتبط با کاهش چربی بدن و به ویژه چربی شکمی بوده و در گروهی که انجام تمرینات از حجم مناسبی برخوردار بوده و با کاهش چربی بدن همراه باشد، سطوح پلاسمایی این نشانگر کاهش پیدا می‌کند (۴۹). افزون‌بر این در برخی مطالعات کاهش سطوح MCP-1 حاصل از مداخلات ورزشی را تا حدودی به تأثیرات آنتی‌اکسیدانی فعالیت‌های ورزشی نسبت داده‌اند که این موضوع می‌تواند از آسیب‌های بیشتر ناشی از التهاب جلوگیری کند (۱۰).

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی صرف‌نظر از وجود برخی محدودیت‌ها در پژوهش حاضر مانند عدم کنترل تغذیه و هزینه انرژی مصرفی روزانه افراد و عدم امکان کنترل کامل آزمودنی‌ها از نظر شرکت در برنامه‌های ورزشی خارج از برنامه پژوهش، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که انجام هر دو شیوه تمرینات HIIT و موازی به مدت دوازده هفته سبب بهبود معنادار نشانگرهای ترکیب بدن، نیمرخ لیپیدی و شاخص AIP، مقاومت به انسولین و سطوح سرمی MCP-1 در زنان یائسه چاق می‌شود و تفاوت معناداری بین دو روش تمرینی در اثرگذاری در تحقیقحاضر مشاهده نشد. ازاین‌رو انجام تمرینات ورزشی مذکور را می‌توان بدون در نظر گرفتن شیوه تمرینی به زنان پس از دوره یائسگی جهت تعدیل عوامل خطرزای بیماری‌های CVD توصیه کرد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله نویسندگان از تمامی شرکت‌کنندگان در پژوهش و افرادی که در انجام پژوهش ما را یاری دادند، کمال امتنان و تشکر را دارند.

منابع و مآخذ

1. Gonzalez-Gil AM, Elizondo-Montemayor L. The role of exercise in the interplay between myokines, hepatokines, osteokines, adipokines, and modulation of inflammation for energy substrate redistribution and fat mass loss: a review. Nutrients. 2020;12(6):1899.
2. Yu L, Li Y, Du C, Zhao W, Zhang H, Yang Y, et al. Pattern Recognition Receptor-Mediated Chronic Inflammation in the Development and Progression of Obesity-Related Metabolic Diseases. Mediators of inflammation. 2019;2019.
3. Zhou H, Zhang C, Ni J, Han X. Prevalence of cardiovascular risk factors in non-menopausal and postmenopausal inpatients with type 2 diabetes mellitus in China. BMC endocrine disorders. 2019;19(1):98.
4. Iorga A, Cunningham CM, Moazeni S, Ruffenach G, Umar S, Eghbali M. The protective role of estrogen and estrogen receptors in cardiovascular disease and the controversial use of estrogen therapy. Biology of sex differences. 2017;8(1):1-16.
5. Esfahani M, Movahedian A, Baranchi M, Ataei N, Goodarzi Mt. The Role of Adipokines in the Pathophysiology of Cardiovascular Diseases. Razi Journal of Medical Sciences. 2017;24(157):51-73. eng.
6. Cheraghpour M, Ehrampoush E, Homayounfar R, Davoodi H, Zand H, Mimmiran P. The relationship between the immune system and the inflammatory mechanisms in obesity with insulin resistance. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 2013;7(5):723-35. eng.
7. Eiras S, Teijeira-Fernández E, Salgado-Somoza A, Couso E, García-Caballero T, Sierra J, et al. Relationship between epicardial adipose tissue adipocyte size and MCP-1 expression. Cytokine. 2010;51(2):207-12.
8. Middelbeek RJ, Motiani P, Brandt N, Nigro P, Zheng J, Virtanen KA, et al. Exercise intensity regulates cytokine and klotho responses in men. Nutrition & Diabetes. 2021;11(1):1-11.
9. Panee J. Monocyte Chemoattractant Protein 1 (MCP-1) in obesity and diabetes. Cytokine. 2012;60(1):1-12.
10. Alidusti J, Nameni F. The effect of high intensity interval training on serum monocyte chemotactic protein and intercellular adhesion molecule after resveratrol supplementation in rat. Razi Journal of Medical Sciences. 2020;27(5):36-48.
11. Barua L, Faruque M, Banik PC, Ali L. Atherogenic index of plasma and its association with cardiovascular disease risk factors among postmenopausal rural women of Bangladesh. Indian heart journal. 2019;71(2):155-60.
12. Cho SK, Kim JW, Huh JH, Lee KJ. Atherogenic Index of Plasma Is a Potential Biomarker for Severe Acute Pancreatitis: A Prospective Observational Study. Journal of Clinical Medicine. 2020;9(9):2982.
13. Pekgor S, Duran C, ERYILMAZ MA, Berberoglu U. The comparision of visceral adiposity index and atherogenic index of plasma in overweight and obese patients. Acta Medica. 2020:36.

14. Anandkumar M, Chandrashekhar D, Jayalakshmi M, Prashanth Babu G. Anthropometric measures of obesity as correlates of atherogenic index of plasma in young adult females. National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology. 2020;10(01).
15. Trøseid M, Lappegård KT, Claudi T, Damås JK, Mørkrid L, Brendberg R, et al. Exercise reduces plasma levels of the chemokines MCP-1 and IL-8 in subjects with the metabolic syndrome. European heart journal. 2004;25(4):349-55.
16. Farshidi Z, Gaeini AA. Effects of progressive aerobic training on the levels of apelin and inflammation markers in obese women. JOURNAL OF PRACTICAL STUDIES AT BIOSCIENCES IN SPORT. 2019;6(12):9-20.
17. 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. Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases. 2010;20(8):608-17.
18. Wewege M, Van Den Berg R, Ward R, Keech A. The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. Obesity Reviews. 2017;18(6):635-46.
19. Leite AB, Lima HN, de Oliveira Flores C, Oliveira CA, Cunha LEC, Neves JL, et al. High-intensity interval training is more effective than continuous training to reduce inflammation markers in female rats with cisplatin nephrotoxicity. Life Sciences. 2020:118880.
20. Ghafari M, Banitalebi E, Heidari A. Impact of High-Intensity Interval Training and Concurrent Strength-Endurance Training on the Levels of Some Adipokines Associated with Insulin Resistance in Women with Diabetes Mellitus. Health Research Journal. 2017;2(3):193-206. eng.
21. Speaker KJ, Cox SS, Paton MM, Serebrakian A, Maslanik T, Greenwood BN, et al. Six weeks of voluntary wheel running modulates inflammatory protein (MCP-1, IL-6, and IL-10) and DAMP (Hsp72) responses to acute stress in white adipose tissue of lean rats. Brain, behavior, and immunity. 2014;39:87-98.
22. Mohammadi M, Alizadeh R, Moradi L. The effect of 6 weeks interval training with 90% vVO2max on atherogenic index, insulin resistance and beta-cell function in overweight men. EBNESINA. 2018;20(3):20-9. eng.
23. Jackson AS, Pollock ML. Practical assessment of body composition. The Physician and Sportsmedicine. 1985;13(5):76-90.
24. Afrasyabi S, Marandi SM, Kargarfard M. The effects of high intensity interval training on appetite management in individuals with type 2 diabetes: influenced by participants weight. Journal of Diabetes & Metabolic Disorders. 2019;18(1):107-17.
25. Kargarfard M, Shariat A, Shaw I, Haddadi P, Shaw BS. Effects of resistance and aerobic exercise training or education associated with a dietetic program on visfatin concentrations and body composition in overweight and obese women. Asian Journal of Sports Medicine. 2017;8(4).

26. Matthews D, Hosker J, Rudenski A, Naylor B, Treacher D, Turner R. Homeostasis model assessment: insulin resistance and β-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. Diabetologia. 1985;28(7):412-9.
27. Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. Clinical chemistry. 1972;18(6):499-502.
28. Shabani A, Shabani R, Dalili S, Rad AH. The effect of concurrent endurance and resistance training on cardio-respiratory capacity and cardiovascular risk markers among sedentary overweight or obese post-menopausal women. Journal of Nursing and Midwifery Sciences. 2018;5(4):123.
29. Ho SS, Dhaliwal SS, Hills AP, Pal S. The effect of 12 weeks of aerobic, resistance or combination exercise training on cardiovascular risk factors in the overweight and obese in a randomized trial. BMC public health. 2012;12(1):704.
30. Atashak S, Roshdi Bonab R, Kianmarz Bonab V. Comparison of the effect of high-intensity interval training (HIIT) and moderate-intensity continuous training (MICT) on syndrome metabolic factors in menopause obese women with metabolic syndrome. Journal of Sport Biosciences. 2020;12(3):307-28.
31. LiQiang S, JinMei F, ShunLi S, GuangGao Z, Wei C, ChuanChuan D, et al. Effects of HIIT and MICT on cardiovascular risk factors in adults with overweight and/or obesity: A meta-analysis. PloS one. 2019;14(1):e0210644.
32. Maillard F, Rousset S, Pereira B, Traore A, Del Amaze PdP, Boirie Y, et al. High-intensity interval training reduces abdominal fat mass in postmenopausal women with type 2 diabetes. Diabetes & metabolism. 2016;42(6):433-41.
33. Faulkner JL, De Chantemèle EJB. Sex hormones, aging and cardiometabolic syndrome. Biology of sex differences. 2019;10(1):1-9.
34. Banitalebi E, Faramarzi M, Nasiri S. High-Intensity Interval Training Versus Moderate Intensity Combined Training (Resistance and Aerobic) for Improving Insulin-Related Adipokines in Type 2 Diabetic Women. Zahedan Journal of Research in Medical Sciences. 2018;20(10).
35. Azali Alamdari K, Khalafi M. The effects of high intensity interval training on serum levels of fgf21 and insulin resistance in obese men. Iranian Journal of Diabetes and Lipid Disorders. 2019;18(1):41-8. eng.
36. Eslami R. Effects of concurrent training on chemerin, irisin, insulin resistance and lipid profile in children girls with overweight. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport. 2019;7(14):117-27.
37. Consitt LA, Dudley C, Saxena G. Impact of Endurance and Resistance Training on Skeletal Muscle Glucose Metabolism in Older Adults. Nutrients. 2019;11(11):2636.
38. Ghobadian S, Kazemi F, Nazarali P. The Effects of a High-Intensity Interval Training on Plasma Levels of Orexin-A and Insulin Resistance in Overweight Women. Journal of School of Public Health and Institute of Public Health Research. 2019;17(1):61-70.

39. Ashkanifar M, Hejazi S, Khajeie R, Rashidlamir A. Effect of eight weeks circuit resistance training on serum levels of vascular endothelial growth factor (VEGF) and Factors Atherogenic in obese men. Iranian Journal of Biological Sciences. 2019;13(4):53-63.
40. Keyhani D, Tartibian B, Dabiri A, Teixeira AMB. Effect of High-Intensity Interval Training Versus Moderate-Intensity Aerobic Continuous Training on Galectin-3 Gene Expression in Postmenopausal Women: A Randomized Controlled Trial. Journal of Aging and Physical Activity. 2020;28(6):987-95.
41. Magalhães JP, Santos DA, Correia IR, Hetherington-Rauth M, Ribeiro R, Raposo JF, et al. Impact of combined training with different exercise intensities on inflammatory and lipid markers in type 2 diabetes: a secondary analysis from a 1-year randomized controlled trial. Cardiovascular Diabetology. 2020;19(1):1-11.
42. Mann S, Beedie C, Jimenez A. Differential effects of aerobic exercise, resistance training and combined exercise modalities on cholesterol and the lipid profile: review, synthesis and recommendations. Sports Medicine. 2014;44(2):211-21.
43. Khajeh Salehani S, Alizadeh R. Effect of Eight Weeks of Concurrent Training on Liver Enzymes, Lipid Profile, and Insulin Resistance Among Overweight Male Children. Quarterly of Horizon of Medical Sciences. 2019;25(4):312-23. eng.
44. Basurto L, Gregory MA, Hernández SB, Sánchez-Huerta L, Martínez AD, Manuel-Apolinar L, et al. Monocyte chemoattractant protein-1 (MCP-1) and fibroblast growth factor-21 (FGF-21) as biomarkers of subclinical atherosclerosis in women. Experimental gerontology. 2019;124:110624.
45. Zwetsloot KA, John CS, Lawrence MM, Battista RA, Shanely RA. High-intensity interval training induces a modest systemic inflammatory response in active, young men. Journal of inflammation research. 2014;7:9.
46. Jamali Neghad S, gholami m, Abed Natanzi H. The Effect of 4 Weeks of Continuous and Interval Training on Levels of Monocyte Chemoattractant Protein-1 (MCP-1) in Serum and Muscular Tissue of Female Mice with Breast Cancer. Sport Physiology & Management Investigations. 2019;11(3):117-28.
47. Dehghankar L, Gholami M, Ghazalian F. Effects of 8 weeks combined training along with Zataria Multiflora supplement ingestion on serum levels of MCP-1 and insulin resistance in overweight men. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport. 2020;8(16):34-46.
48. Henke E, Oliveira VS, Silva IMd, Schipper L, Dorneles G, Elsner VR, et al. Acute and chronic effects of High Intensity Interval Training on inflammatory and oxidative stress markers of postmenopausal obese women. Translational sports medicine. 2018;1(6):257-64.
49. Ihalainen JK, Schumann M, Eklund D, Hämäläinen M, Moilanen E, Paulsen G, et al. Combined aerobic and resistance training decreases inflammation markers in healthy men. Scandinavian Journal of medicine & science in sports. 2018;28(1):40-7.

Comparison of the Effect of Twelve Weeks of Concurrent (Resistance-Aerobic) and High-Intensity Interval Training on the Atherogenic, Insulin Resistance and Monocyte Chemoattractant Protein- 1 Indices in Obese Menopausal Women

Mahsoome Hatami[1] - Reza Roshdi Bonab[*2]- Sirvan Atashak[3]

1.MSc Student of Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Bonab Branch, Islamic Azad University, Bonab, Iran 2.Assistant professor of Exercise Physiology, Bonab Branch, Islamic Azad University, Bonab, Iran 3. Associate professor of Exercise Physiology, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran

(Received:2021/05/30;Accepted:2021/09/09)

Abstract

The menopausal process is associated with obesity and a significant increase in cardiovascular disease (CVD) risk due to hormonal changes. Nevertheless, it has been shown that exercise training is a practical strategy for the prevention and treatment of obesity and its cardiometabolic disorders, which can reduce the CVD risk factors. Hence, this study was conducted to compare and evaluate the effects of twelve weeks of concurrent and high-intensity interval training (HIIT) on the atherogenic, insulin resistance and monocyte chemoattractant protein-1 (MCP-1) indices in obese menopausal women. For this purpose, in a semi-experimental design, 45 menopause obese women were randomly assigned into three groups of HIIT (6-12×60s of high intensity training (85–95% HRMax) and then run for 60 seconds with low intensity (55–60% HRMax)), concurrent endurance and strength training (The section of endurance training was performed on with 55-75% HRmax and the section of strength training (include of two sets in eight exercise stations with 55-75% 1RM)) and control groups. Training programs were done for twelve weeks, 3 times per week. Body composition indices and fasting blood samples of all subjects were measured in the pre-post of training. Data was analyzed by paired t-test and one-way analysis of variance tests. The results of this study showed that both types of exercise training methods significantly improved the body composition indices (weight, body fat percent, body mass index, waist to hip ratio), lipid profile and atherogenic index, insulin resistance and serumic concentration of the MCP-1 ($p<0.05$). However, there were no significant differences between the two exercise training methods ($p>0.05$). Moreover, these biomarkers were unchanged in the control group ($p>0.05$). Therefore, it can be recommended, these exercises training, independent of the specific training method, to moderate the CVD risk factors in postmenopausal women.

Key words

Concurrent training, CVD risk factors, High intensity interval training, Menopausal women, Obesity.

[*] Corresponding Author: Email: Reza.roshdi@bonabiau.ac.ir ; Tel: +989144000181