

A review of the effects of exercise training on the metabolic syndrome markers in postmenopausal and obese women

Sirvan Atashak¹, Reza Roshdi Bonab², Mohammad Ali Azarbajejani³

¹ Associate Professor of Department of Exercise Physiology, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran

² Assistant Professor of Department of Exercise Physiology, Bonab Branch, Islamic Azad University, Bonab, Iran

³ Professor of Department of Exercise Physiology, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract

Background: Obesity and metabolic syndrome (MetS) are a combination of several metabolic disorders that increase the risk of chronic disease and mortality, and highly prevalent worldwide among postmenopausal women. However, it has been shown that regular exercise and increased physical activity can improve components of metabolic syndrome and the complications of obesity. Therefore, the present review was conducted to investigate the effects of different types of exercise training on biomarkers of metabolic syndrome in postmenopausal and obese women along with a possible of the underlying mechanisms.

Materials and methods: For this systematic review, all relevant information were collected using search of specific keywords about of the effects of different types of exercise training on biomarkers of metabolic syndrome in postmenopausal and obese, via some internal and external databases including Web of Science, Pubmed, Google Scholar, Science Direct, Magiran, IranDoc and SID, that this information was extracted.

Results: The results of the present review showed that different types of exercise programs through various physiological mechanisms improved most of the biomarkers of metabolic syndrome among obese and postmenopausal women.

Conclusion: It seems that increase of physical activity and different types of exercise interventions (aerobic, resistance, combination and HIIT) can improve the metabolic syndrome risk factors and thus represent a key treatment strategy to prevent and control of this metabolic disorder in obese and postmenopausal women.

Keywords: *Exercise training, Metabolic syndrome, Obesity, Postmenopausal women.*

Cited as: Atashak S, Roshdi Bonab R, Azarbajejani MA. A review of the effects of exercise training on the metabolic syndrome markers in postmenopausal and obese women. Medical Science Journal of Islamic Azad University, Tehran Medical Branch 2024; 33(4): 305-321.

Correspondence to: Sirvan Atashak

Tel: +98 9143180386

E-mail: s.atashak@iau-mahabad.ac.ir

ORCID ID: 0000-0002-0953-1102

Received: 8 May 2023; **Accepted:** 6 Aug 2023

مروری بر اثرات تمرینات ورزشی بر نشانگرهای سندرم متابولیک در زنان یائسه و چاق

سیروان آتشک^۱، رضا رشدی بناب^۲، محمد علی آذربایجانی^۳

^۱دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران
^۲استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد بناب، دانشگاه آزاد اسلامی، بناب، ایران
^۳استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده

سابقه و هدف: چاقی و سندرم متابولیک ترکیبی از اختلالات متابولیکی متعددی هستند که خطر بروز بیماری‌های مزمن و مرگ و میر را افزایش می‌دهند و شیوع بسیار بالایی در سراسر جهان و به ویژه در بین زنان یائسه دارند. با این حال، نشان داده شده است که انجام تمرینات ورزشی منظم و افزایش سطح فعالیت بدنی می‌تواند باعث بهبود نشانگرهای سندرم متابولیک و عوارض ناشی از چاقی شود. لذا مطالعه مروری حاضر با هدف بررسی اثرات انواع مختلف تمرینات ورزشی بر نشانگرهای سندرم متابولیک در زنان چاق و یائسه همراه با سازوکارهای سلولی-مولکولی احتمالی انجام شد.

روش بررسی: برای این مرور نظام‌مند، اطلاعات مربوطه از طریق جستجوی کلید واژه‌های مرتبط با اثرات تمرینات ورزشی مختلف بر نشانگرهای سندرم متابولیک در زنان یائسه و چاق، از بانک‌های اطلاعاتی و وبگاه‌های متعدد خارجی از جمله *Google Scholar*، *Science Direct*، *Pubmed*، *Web of Science* و داخلی *Magiran*، *IranDoc*، *SID* استخراج شد.

یافته‌ها: نتایج حاصل از بررسی حاضر نشان داد که انواع مختلف برنامه‌های تمرینات ورزشی از طریق سازوکارها و مکانیزم‌های فیزیولوژیک مختلف باعث بهبود اغلب نشانگرهای سندرم متابولیک در زنان چاق و زنان یائسه می‌گردد.

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد که افزایش فعالیت بدنی و انواع مختلف مداخلات ورزشی (هوازی، مقاومتی، ترکیبی و HIIT) می‌تواند باعث بهبود عوامل خطرزای سندرم متابولیک شده و لذا می‌تواند استراتژی کلیدی برای پیشگیری و کنترل این اختلال متابولیکی در در زنان چاق و یائسه باشد.

واژگان کلیدی: تمرین ورزشی، سندرم متابولیک، زنان یائسه، چاقی.

مقدمه

تعاریف متعددی برای تشخیص سندرم متابولیک وجود دارد ولی کاربردی‌ترین روش تشخیص بالینی آن بر اساس استفاده از معیارهای پانل درمانی بزرگسالان-۳ (Adult Treatment Panel III: ATP III) و فدراسیون بین‌المللی دیابت (International Diabetes Federation: IDF) است که بر اساس آن سندرم متابولیک به افراد مبتلا به سه نشانگر از پنج نشانگر اصلی یعنی چاقی شکمی (دور کمر مساوی یا بیش از ۸۸ سانتی‌متر در زنان و مساوی یا بیش از ۱۰۲ سانتی‌متر در مردان)، تری‌گلیسیرید مساوی یا بیش از ۱۵۰ mg/dl فشار خون بیش از ۱۳۰/۸۵ میلی لیتر جیوه، گلوکز خون ناشتای

سندرم متابولیک مجموعه‌ای از اختلالات متابولیکی شامل چاقی شکمی، اختلالات چربی خون، افزایش فشار خون و افزایش گلوکز خون ناشتا است (۱)، که امروزه به دلیل افزایش شیوع چاقی و سبک زندگی غیرفعال، در حال تبدیل شدن به یک اپیدمی جهانی در بین افراد بزرگسال شده است. اگر چه

آدرس نویسنده مسئول: مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد، گروه فیزیولوژی ورزشی، سیروان

آتشک (email: s.atashak@iau-mahabad.ac.ir)

ORCID ID: 0000-0002-0953-1102

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۲/۱۸

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۵/۱۵

مفیدی بر ناهنجاری‌های متابولیکی مرتبط با چاقی دارد (۱۲)، به طوری که بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که انجام انواع مختلف فعالیت‌های ورزشی با شدت‌های متفاوت می‌تواند منتج به تغییرات و سازگاری‌های فیزیولوژیکی متعددی در افراد چاق و یائسه شود. با این حال، باید در نظر داشت که تعیین ارزش دقیق یک شیوه‌ی تمرینی خاص و انتخاب بهترین روش تمرینات ورزشی برای درمان سندرم متابولیک، با توجه به ناهمگونی موجود در طراحی مطالعات و وضعیت متفاوت آزمودنی‌ها در مطالعات دشوار است (۱۳). به‌علاوه علی‌رغم اینکه تغییرات نشانگرهای سندرم متابولیک توسط روش‌های تمرینی سنتی (هوازی و مقاومتی) در مطالعات متعدد مورد بررسی قرار گرفته است، و نتایج اغلب آنها بیانگر بهبود این نشانگرهای زیستی بوده است (۱۴)، اطلاعات در رابطه با تغییرات نشانگرهای متابولیکی مرتبط با چاقی به انجام سایر شیوه‌های تمرینی به ویژه در زنان یائسه، نسبتاً کمیاب و متناقض است (۱۵). لذا با توجه به شیوع بالای سندرم متابولیک و چاقی و پیامدهای ناشی از آن به خصوص در جمعیت زنان یائسه، و از طرفی نظر به کمبود مطالعات جامع در رابطه با اثرگذاری تمرینات ورزشی بر این اختلالات، در این مقاله مروری سعی بر این است تا اطلاعات مناسب در رابطه با اثرات انواع مختلف تمرینات ورزشی بر نشانگرهای سندرم متابولیک همراه با سازوکارهای سلولی-مولکولی احتمالی ارائه شود.

مواد و روشها

در این مطالعه مروری که به منظور بررسی مطالب مرتبط با اثرات تمرینات ورزشی بر نشانگرهای سندرم متابولیک در زنان چاق و یائسه طراحی شد، بانک‌های اطلاعاتی و وبگاه‌های متعدد خارجی از جمله Science Direct، Google Scholar، Pubmed، Web of Science و داخلی SID، Magiran، IranDoc به صورت نظام‌مند و با جستجوی کلید واژه‌های از قبیل سندرم متابولیک، تمرینات ورزشی، تمرین استقامتی/هوازی، تمرین مقاومتی، تمرین ترکیبی، تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT)، زنان چاق، زنان یائسه و معادل لاتین و Mesh کلمات، Exercise، metabolic syndrome، Resistance/Strength Training، Aerobic Training، Training، Obese، HIIT Training، Concurrent/Combination Training و Women و Menopause Women استفاده شد، که در صورت لزوم از روش‌های جستجوی بولین و عملگرهای AND، NOT و OR جهت جستجوی ترکیبی نیز کمک گرفته شد. بازه زمانی

مساوی یا بیش از 100 mg/dl و لیپوپروتئین پر چگال (High-Density Lipoprotein: HDL) کمتر از 40 mg/dl در مردان و کمتر از 50 mg/dl در زنان، اطلاق می‌شود (۲). امروزه نقش خطرناک سندرم متابولیک در بروز بیماری‌های مزمن به شکل فزاینده‌ای مطرح گردیده و به یک مشکل بهداشتی اصلی در جوامع بشری تبدیل شده است (۳). به طوری که بر اساس نتایج مطالعات، مرگ و میر افراد با وجود سندرم متابولیک ۲۰ الی ۸۰ درصد افزایش پیدا می‌کند (۴). از طرفی اگرچه اتیوپاتوژنز سندرم متابولیک پیچیده بوده و هنوز به طور کامل شناخته نشده است، با این حال، شروع آن ممکن است ناشی از عواملی از قبیل افزایش سن، کمبود فعالیت بدنی، رژیم غذایی ناسالم باشد و شواهد قوی، مقاومت به انسولین و چاقی (به خصوص چاقی شکمی) را به عنوان علت اصلی در پاتوژنز این اختلال معرفی می‌کند (۵).

در حقیقت تغییرات شیوه‌ی زندگی باعث شده است تا جوامع مختلف با طیف وسیعی از اختلالات به ویژه چاقی و اضافه وزن مواجه شوند، به طوری که در گزارش‌های اخیر بیان شده است که شیوع چاقی در کشورهای در حال توسعه به دلیل تغییرات سبک زندگی (از جمله کاهش فعالیت بدنی و مصرف بیش از حد غذاهای پرانرژی) در دو دهه گذشته تقریباً سه برابر افزایش یافته است (۶). در این راستا مطالعه فراتحلیلی صورت گرفته بر اساس داده‌های ملی بیانگر افزایش شیوع قابل ملاحظه چاقی در بین بزرگسالان ایرانی از سال‌های ۲۰۰۵ الی ۲۰۱۴ می‌باشد (۷)، که در این میان گزارش شده است که سهم زنان در ابتلا به این اختلال متابولیکی بیشتر از مردان است (۸). همچنین نتایج تحقیقات متعدد بیانگر این است که چاقی نقش قابل ملاحظه‌ای را در بروز بسیاری از اختلالات فیزیولوژیکی و کاردیومتابولیکی، بیماری‌های مختلف و مرگ و میر دارد (۹). از طرفی مشخص شده است که زنان در سنین بالاتر و دوران یائسگی به دلیل کاهش ترشح استروژن ناشی از این دوره، بیشتر مستعد تغییرات ترکیب بدن و چاقی خواهند شد. به طوری که در این راستا گزارش شده است که یائسگی پیش‌بینی‌کننده و عامل خطر مستقل برای بیماری سندرم متابولیک در زنان است (۱۰) و از بین رفتن اثر محافظتی استروژن، فقر حرکتی و رژیم غذایی نامناسب در سنین بعد از یائسگی موجب چاقی، دیابت و سایر بیماری‌های مزمن در زنان می‌گردد (۱۱).

با این حال، یافته‌های علمی بیانگر این است که مداخلات در شیوه زندگی، از جمله انجام تمرینات ورزشی منظم و با شدت مناسب همواره به عنوان یک استراتژی اصلی و یکی از بهترین راهکارهای پیشگیری از چاقی و سندرم متابولیک بوده و اثرات

مورد استفاده در بررسی حاضر بدون محدودیت جغرافیایی و مکانی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ در نظر گرفته شد.

معیارهای ورود به مطالعه شامل مقالات منتشر شده در نشریات معتبر علمی-پژوهشی و بین‌المللی بود که به بررسی اثر ورزش بر نشانگرهای سندرم متابولیک پرداخته باشد و شرط اصلی آن عدم قرار گرفتن مجله در لیست مجلات سیاه وزارت علوم بود، همچنین مقالاتی خارج از حوزه انسانی و همچنین به سایر زبان‌ها غیر از انگلیسی و فارسی نگارش شده بودند از بررسی و مطالعه خارج شدند. در ادامه جهت انتخاب مستندات مورد استفاده، ابتدا عناوین یافت شده توسط موتور جستجوگر از نظر ارتباط موضوعی مورد بررسی قرار گرفت. مقالات بعد از بررسی عنوان، از نظر ارتباط چکیده با هدف مورد ارزیابی قرار گرفته، سپس مقالات مرتبط مطالعه، دسته بندی و تحلیل محتوا شد. در جستجوی اولیه ۲۱۶ مقاله یافت شد که در بررسی اولیه ۴۲ مقاله تکراری حذف گردید. در غربالگری مرحله دوم براساس معیارهای ورود تعداد ۱۲۱ مقاله غیر مرتبط با موضوع مورد نظر و خارج از معیارهای ورود به مطالعه، نیز از محدوده بررسی خارج شد و در نهایت براساس اصول استاندارد و عنوان مقالات مورد نظر در پژوهش حاضر ۵۳ مقاله باقی ماند که مورد بررسی کامل قرار گرفتند و از آنها در نگارش مطالعه استفاده شد.

یافته‌ها

بررسی مقالات و مطالعات به دست آمده با استفاده از روش مذکور بیانگر این بود که انواع مختلف تمرینات ورزشی باعث بهبود اغلب نشانگرهای سندرم متابولیک در زنان چاق و زنان یائسه می‌گردد که به تفکیک روش‌های مختلف تمرینی و همراه با سازوکارهای احتمالی اثرگذار شرح داده شده است. به‌علاوه، خلاصه‌ای از مطالعات انجام شده در رابطه با اثرات شیوه‌های مختلف تمرینی در جدول‌های ۱ الی ۴ آورده شده است که در رابطه با هر مطالعه نام محقق، سال انجام مطالعه، جامعه آماری، روش مطالعه و نتایج آن ذکر شده است.

بحث

چاقی و سندرم متابولیک ترکیبی از چندین اختلال متابولیکی و همودینامیکی هستند که خطر بروز بیماری‌های قلبی عروقی و مرگ زودرس را افزایش می‌دهند و شیوع بسیار بالایی در

سراسر جهان دارند (۱۳، ۱۶). به‌علاوه، از آنجایی که موارد کشف نشده و تشخیص داده نشده زیادی از سندرم متابولیک وجود دارد، اخیراً از این اختلال به عنوان قاتل خاموش یاد شده است (۱۷). از طرفی، دوره یائسگی که با تغییرات بسیاری در فرایندهای هورمونی، جسمی و متابولیکی زنان همراه است می‌تواند تأثیرات عمده‌ای را بر کیفیت و سلامت آنان پس از یائسگی بگذارد، به طوری‌که از بین رفتن اثر محافظتی استروژن، عدم فعالیت بدنی و رژیم غذایی نامناسب در سنین بعد از یائسگی موجب چاقی و بیماری‌های مختلف در زنان می‌گردد (۱۱). در واقع کاهش سطح استرادیول می‌تواند منجر به اختلالات متابولیکی مانند دیس لیپیدمی، فشار خون بالا و افزایش چاقی مرکزی شود، به طوری‌که، گزارش شده است که افزایش خطر ابتلا به سندرم متابولیک در زنان یائسه، این جمعیت را در معرض خطر بیشتری برای ابتلا به بیماری‌های مزمن و قلبی عروقی قرار می‌دهند (۱۸). در حقیقت عقیده بر این است که خطر بالاتر بیماری‌های قلبی عروقی در دوران یائسگی چیزی فراتر از فرایند پیری بوده و مربوط به افزایش سندرم متابولیک در دوران یائسگی می‌باشد (۱۹). با این حال، در حالی‌که سبک زندگی بی‌تحرك به شدت با سندرم متابولیک و سایر بیماری‌ها مرتبط است، مطالعات صورت گرفته رابطه معکوس بین سطح فعالیت بدنی با احتمال ابتلا به سندرم متابولیک را گزارش کرده‌اند. به طوری‌که، نتایج مطالعات نشان داده‌اند که افزایش سطح فعالیت بدنی و ظرفیت عملکردی بدن می‌تواند باعث بهبود نشانگرهای سندرم متابولیک شده و لذا یک استراتژی کلیدی برای پیشگیری و کنترل این اختلال می‌باشد (۱۳، ۱۶).

تمرین هوازی

تمرینات هوازی به عنوان نوعی از تمرینات بدنی با شدت کم تا زیاد تعریف می‌شود که عمدتاً به فرایند تولید انرژی هوازی بستگی دارد. این شیوه از تمرینات فواید متعددی را برای بدن انسان به ارمغان می‌آورد که از جمله آنها می‌توان به تقویت سیستم ایمنی بدن، بهبود متابولیسم، اصلاح وضعیت‌های نادرست، بهبود انعطاف پذیری عضلات و استخوان‌ها اشاره کرد (۲۰). به‌علاوه گزارش شده است که تمرینات هوازی منظم هم در حالت استراحت و هم در حین فعالیت باعث ایجاد سازگاری قابل توجهی در انواع ظرفیت‌های ساختاری و عملکردی در سیستم قلبی-عروقی و تنفسی خواهد شد که منجر به افزایش اکسیژن رسانی به عضلات فعال می‌شود (۲۱).

جدول ۱. خلاصه‌ای از مطالعات انجام شده در زمینه‌ی اثرات تمرین هوازی بر نشانگرهای سندرم متابولیک

محققان	زمینه مورد بررسی	آزمودنی‌ها	یافته‌ها
Machado و همکاران (۲۰۲۱) (۳۷)	بررسی تاثیر دو روش تمرین هوازی تداومی و HIIT بر برخی از نشانگرهای خطرزای متابولیکی	زنان یائسه چاق و دارای اضافه وزن	کاهش نشانگرهای گلوکز، LDL، فشار خون، ترکیب بدن و...
Jamka و همکاران (۲۰۲۱) (۳۸)	مقایسه تاثیر ۱۲ هفته برنامه تمرینات هوازی و استقامتی-مقاومتی بر نشانگرهای قلبی-متابولیکی	زنان چاق	کاهش نشانگرهای ترکیب بدن، فشار خون، بدون تغییر در نیمرخ لیپیدی و گلوکز خون
Sabzikar و همکاران (۲۰۱۸) (۲۲)	تاثیر ۱۲ هفته تمرینات هوازی بر نشانگرهای سندرم متابولیک	زنان چاق	بهبود مقاومت به انسولین و برخی از نشانگرهای سندرم متابولیک (LDL، HDL، تری گلیسرید...)
Chung و همکاران (۲۰۱۷) (۳۹)	تاثیر اجرای دو شیوه‌ی انجام تمرین هوازی به مدت ۱۲ هفته بر خطر سندرم متابولیک و شاخص آتروژنیک	زنان چاق میانسال	کاهش نشانگرهای سندرم متابولیک (بهبود ترکیب بدن، افزایش HDL و کاهش تری گلیسرید، کلسترول، گلوکز، فشار خون و...)
Wiklund و همکاران (۲۰۱۴) (۲۸)	تاثیر شش هفته تمرینات هوازی بر نشانگرهای متابولیکی	زنان غیرفعال چاق و دارای اضافه وزن قبل از یائسگی	کاهش مقاومت به انسولین و عدم تغییر نشانگرهای ترکیب بدنی و نیمرخ لیپیدی
Okura و همکاران (۲۰۰۷) (۲۵)	تاثیر ۱۴ هفته تمرین هوازی بر نشانگرهای سندرم متابولیک	زنان چاق و دارای اضافه وزن	بهبود نشانگرهای سندرم متابولیک (کاهش تری گلیسرید، کلسترول، LDL، گلوکز، فشار خون سیستولی و دیاستولی و چربی بدن)
Frank و همکاران (۲۰۰۵) (۴۰)	تاثیر ۱۲ ماه تمرینات هوازی با شدت متوسط بر نشانگرهای خطر متابولیکی	زنان یائسه چاق و دارای اضافه وزن	بهبود عوامل خطر سندرم متابولیک (از قبیل چربی کل بدن، انسولین و...)
آتشک و همکاران (۱۳۹۹) (۳۰)	بررسی تاثیر ۱۲ هفته برنامه تمرین هوازی و HIIT بر پارامترهای سندرم متابولیک	زنان یائسه چاق	بهبود نشانگرهای سندرم متابولیک متعاقب هر دو شیوه تمرینی (وزن، درصد چربی بدن، دور کمر، WHR، کلسترول، تری گلیسرید، LDL-C، HDL-C، گلوکز)
شهرکی و همکاران (۱۳۹۹) (۴۱)	تاثیر هشت هفته تمرینات هوازی و ترکیبی بر نشانگرهای سندرم متابولیک	زنان چاق و دارای اضافه وزن	تنها کاهش LDL در افراد شرکت کننده در تمرین هوازی
آزالی علمداری و صابری (۱۳۹۸) (۳۴)	تاثیر هشت هفته تمرین هوازی با شدت متوسط بر تغییرات شاخص‌های خطر قلبی-متابولیکی	زنان میانسال چاق	کاهش امتیاز z کلی سندرم متابولیک، گلوکز، دور کمر و افزایش مقدار HDL
آتشک و همکاران (۱۳۹۶) (۲۷)	تاثیر هشت هفته تمرینات هوازی با شدت متوسط بر نشانگرهای سندرم متابولیک	زنان میانسال دارای اضافه وزن	کاهش معنی دار امتیاز z کلی سندرم متابولیک، دور کمر، تری گلیسرید، فشارخون سرخرگی و افزایش معنی دار غلظت HDL
آزالی علمداری و روحانی (۱۳۹۶) (۲۶)	هشت هفته تمرین هوازی با شدت متوسط بر امتیاز کلی خطر متابولیک	زنان میانسال دارای سندرم متابولیک	کاهش معنی دار وزن بدن، گلوکز، شاخص مقاومت به انسولین، فشار متوسط سرخرگی و دور کمر و افزایش HDL
فرامرزی و همکاران (۱۳۹۰) (۱۳۹۰)	تاثیر هشت هفته تمرینات هوای موزون بر عوامل خطرزای متابولیکی	زنان چاق و دارای اضافه وزن	کاهش دور کمر و بهبود نشانگرهای نیمرخ لیپیدی (LDL، HDL، تری گلیسرید، ..)

توجهی بر متابولیسم چربی افراد چاق می‌گذارد و تمرینات هوازی حتی با مدت، تکرار و شدت کم همراه با تغییر شیوه‌ی زندگی تأثیر مفیدی بر کاهش وزن و فشارخون دارد (۲۲). به‌علاوه اغلب مطالعات صورت گرفته بیانگر اثرات مثبت این روش تمرینی بر روی نشانگرهای سندرم متابولیک در افراد دارای نشانگان سندرم متابولیکی است؛ به طوری که در مطالعه‌ی فراتحلیلی صورت گرفته توسط روحانی و همکارانش (۱۳۹۵) در ارتباط با اثر تمرین هوازی بر شاخص‌های خطر متابولیکی افراد مبتلا به سندرم متابولیک، بر فواید بالینی

افزایش آمادگی قلبی تنفسی از طریق ورزش هوازی می‌تواند به دلیل افزایش تعداد و اندازه میتوکندری‌ها، افزایش آنزیم‌های تامین شده توسط سیستم انرژی هوازی، افزایش سطح اکسیداسیون لیپیدها و افزایش سطح آنزیم‌های تسهیل کننده اکسیداسیون باشد. تمرینات هوازی از طریق سوخت و ساز چربی‌ها و متعادل ساختن انرژی دریافتی با انرژی مصرفی بدن، می‌تواند بر ترکیب بدن اثر بگذارد که یکی از پیامدهای آن کاهش توده‌ی چربی و وزن بدن است؛ به طوری که محققین نشان داده‌اند که برنامه آمادگی جسمانی تأثیر قابل

جدول ۲. خلاصه‌ای از مطالعات انجام شده در زمینه‌ی اثرات تمرین مقاومتی بر نشانگرهای سندرم متابولیک

محققان	زمینه مورد بررسی	آزمودنی‌ها	یافته‌ها
Son و همکاران (۲۰۲۱) (۵۲)	تاثیر ۱۲ هفته برنامه تمرینات مقاومتی با کش تراپاند بر نشانگرهای سندرم متابولیک	زنان یائسه چاق دارای سندرم متابولیک	کاهش نشانگرهای سندرم متابولیک (گلوکز، تری‌گلیسیرید، LDL، دور کمر، فشار خون سیستولی و...) و افزایش HDL
Pourrazi و همکاران (۲۰۱۹) (۶۲)	بررسی اثر دو شدت تمرین مقاومتی بر عوامل خطر سندرم متابولیک	زنان چاق	کاهش معنادار نشانگرهای دور کمر و تری‌گلیسیرید پس از انجام هر دو روش تمرینی و بدون اثر بر سایر نشانگرها از قبیل: LDL و HDL
Lee و همکاران (۲۰۱۸) (۶۳)	تاثیر هشت هفته تمرینات مقاومتی دایره‌ای بر نشانگرهای خطرزای سندرم متابولیک و شاخص‌های سارکوپنیا	زنان سالمند چاق	بهبود نشانگرهای سندرم متابولیک (گلوکز، تری‌گلیسیرید، LDL، HDL، دور کمر و فشار خون سیستولی و دیاستولی)
Normandin و همکاران (۲۰۱۷) (۴۷)	تاثیر پنج ماه تمرینات مقاومتی با و بدون محدودیت کالریک بر سندرم متابولیک	زنان و مردان بزرگسال چاق و دارای اضافه وزن	بهبود نشانگرهای سندرم متابولیک (کاهش VLDL، تری‌گلیسیرید، فشار خون سیستولی و دیاستولیک) فقط با برنامه ترکیبی تمرین مقاومتی با محدودیت کالری
Conceição و همکاران (۲۰۱۳) (۵۱)	بررسی تاثیر ۱۶ هفته تمرین مقاومتی بر سندرم متابولیک	زنان یائسه دارای اضافه وزن	کاهش معنادار شاخص کلی Z سندرم متابولیک همراه با برخی دیگر از نشانگرها از قبیل ترکیب بدن و گلوکز و...
Tibana و همکاران (۲۰۱۳) (53)	اثر هشت هفته تمرین مقاومتی بر عوامل خطرزای سندرم متابولیک	زنان چاق و دارای اضافه وزن میانسال	بدون تاثیر معنادار بر هیچ کدام از عوامل خطرزای سندرم متابولیک
ساقی و همکاران (۱۳۹۷) (۶۴)	مقایسه دو شیوه تمرین مقاومتی و استقامتی بر نشانگرهای خطرزای مقاومت به انسولین، نیمرخ لیپیدی	زنان چاق یائسه	بهبود معنی دار نشانگرها (تری‌گلیسیرید، LDL، HDL، کلسترول و مقاومت به انسولین) متعاقب هر دو شیوه تمرینی با اثرگذاری بیشتر تمرین مقاومتی بر نیمرخ لیپیدی
نظری و همکاران (۱۳۹۴) (۶۵)	اجرای هشت هفته برنامه تمرین مقاومتی دایره‌ای بر اجزای سندرم متابولیک	زنان چاق مبتلا به دیابت نوع ۲	کاهش معنادار برخی از نشانگرهای سندرم متابولیک از قبیل گلوکز خون ناشتا و کلسترول تام و بدون تغییر در سایر
رضوانی و رویایی (۱۳۹۶) (۶۶)	تاثیر هشت هفته تمرین مقاومتی با رژیم غذایی کم کالری بر نشانگرهای متابولیکی ترکیب بدن و نیمرخ لیپیدی	زنان یائسه چاق و دارای اضافه وزن	بهبود وزن و نیمرخ لیپیدی و بدون تغییر در شاخص‌های چاقی شکمی

تمرین هوازی و بهبود وخامت کلی خطر متابولیک در بیماران سندرم متابولیک متعاقب انجام این شیوه‌ی تمرینی تاکید شده است (۲۳). در یک مطالعه جالب‌توجه Katzmarzyk و همکاران (۲۰۰۳) تاثیر ۲۰ هفته برنامه تمرینات هوازی را بر روی ۶۲۱ شرکت کننده غیرفعال مورد بررسی قرار داده و مشاهده کردند که علی‌رغم اینکه شیوع سندرم متابولیک در بین آزمودنی‌های آنها قبل از انجام پروتکل تمرینی ۱۶/۹ درصد (۱۰۵/۶۲۱) بود، با این حال، این محققان مشاهده کردند که اجرای تمرینات هوازی تحت نظارت، باعث کاهش شیوع ۳۱ درصدی سندرم متابولیک در بین این افراد و بهبود معنادار نشانگرهای HDL، تری‌گلیسیرید، گلوکز پلاسما و دور کمر می‌شود (۲۴). Okura و همکاران (۲۰۰۷) نیز پس از بررسی تاثیر ۱۴ هفته تمرین هوازی بر نشانگرهای سندرم

متابولیک در زنان چاق و دارای اضافه وزن گزارش دادند که اعمال این روش مداخله‌ای باعث بهبود برخی از نشانگرهای سندرم متابولیک از قبیل تری‌گلیسیرید، کلسترول، LDL، گلوکز، فشار خون سیستولی و دیاستولی و چربی بدنی زنان چاق می‌شود (۲۵). در مطالعه‌ی دیگر آزالی علمداری و روحانی (۱۳۹۶) اثرات هشت هفته تمرین هوازی با شدت متوسط را بر امتیاز کلی خطر متابولیکی زنان میانسال دارای سندرم متابولیک مورد بررسی و مطالعه قرار داده و دریافتند که انجام تمرینات منجر به بهبود برخی از شاخص‌های خطر متابولیک می‌شود (۲۶). به‌علاوه، آتشک و همکارانش (۱۳۹۶) تاثیر هشت هفته تمرینات هوازی تداومی با شدت متوسط

جدول ۳. خلاصه‌ای از مطالعات انجام شده در زمینه‌ی اثرات تمرینات ترکیبی بر نشانگرهای سندرم متابولیک

محققان	زمینه مورد بررسی	آزمودنی‌ها	یافته‌ها
Delgado-Floody و همکاران (۲۰۲۱) (۷۶)	تاثیر دو روش تمرین ترکیبی بر نشانگرهای سندرم متابولیک	زنان مبتلا به چاقی شدید	بهبود اغلب نشانگرهای سندرم متابولیک (گلوکز خون ناشتا، فشار خون سیستولی و دیاستولی، تری گلیسرید، HDL و LDL) متعاقب اجرای هر دو شیوه تمرینی
Delgado-Floody و همکاران (۲۰۲۰) (۷۸)	بررسی اثر کیفیت خواب بر مزایای تمرینات ترکیبی بر نشانگرهای سندرم متابولیک	زنان چاق مبتلا به سندرم متابولیک	بهبود نشانگرهای سندرم متابولیک (محیط کمر، فشار خون سیستولی) متعاقب تمرینات ترکیبی و کاهش مزایای این تمرینات با کیفیت خواب نامناسب
Tibana و همکاران (۲۰۱۴) (۱۶)	تاثیر ۱۰ هفته برنامه تمرینات ترکیبی با شدت متوسط بر عوامل خطرزای سندرم متابولیک	زنان چاق دارای نشانگان سندرم متابولیک	بهبود کیفیت زندگی، عوامل خطرزای متابولیکی و کاهش شاخص Z سندرم متابولیک
Shabani و همکاران (۲۰۱۸) (۷۹)	تاثیر هشت تمرینات ترکیبی بر نشانگرهای خطررزی قلبی-متابولیکی	زنان یائسه چاق و دارای اضافه وزن بی تحرک	بهبود نشانگرهای ترکیب بدنی، فشار خون سیستولی و دیاستولی، تری گلیسرید و HDL
Park و همکاران (۲۰۱۵) (80)	تاثیر ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی بر آمادگی مرتبط با سلامت و نشانگرهای خطرزای متابولیکی	زنان یائسه با چاقی شکمی	بهبود نشانگرهای متابولیکی از قبیل ترکیب بدن و نیمرخ لیپیدی متعاقب انجام تمرینات
Nuri و همکاران (۲۰۱۲) (۸۱)	بررسی اثر ۱۵ هفته تمرینات ترکیبی بر نشانگرهای سندرم متابولیک	زنان یائسه دارای اضافه وزن و دارای سرطان سینه	بهبود نشانگرهای سندرم متابولیک از قبیل دور کمر، فشار خون، انسولین و گلوکز ناشتا، HDL و تری گلیسرید
شهرکی و همکاران (۱۳۹۹) (۴۱)	مقایسه تاثیر هشت هفته تمرینات ترکیبی و هوازی بر نشانه‌های سندرم متابولیک	زنان چاق و دارای اضافه وزن	اثرگذاری بیشتر تمرین ترکیبی و بهبود نشانگرهای ترکیب بدن، کلسترول، تری گلیسرید، HDL و LDL
تختی و همکاران (۱۳۹۹) (۸۲)	تاثیر دو روش تمرین ترکیبی و مصرف مکمل زنجبیل بر نشانگرهای سندرم متابولیک	زنان دارای اضافه وزن	اثرگذاری بیشتر شیوه تمرین ترکیبی (مقاومتی + تناوبی) بر کاهش برخی از نشانگرهای سندرم متابولیک
سرمدیان و خورشیدی (۱۳۹۵) (۷۷)	تاثیر ۱۰ هفته تمرینات ترکیبی بر نشانگرهای سندرم متابولیک	زنان یائسه چاق و دارای اضافه وزن	عدم تغییر نشانگرهای سندرم متابولیک و ترکیب بدنی
صادق اقبالی و همکاران (۱۳۹۵) (۸۳)	تاثیر هشت هفته تمرین ترکیبی با و بدون مصرف کنسانتره انار بر نشانگرهای سندرم متابولیک	زنان میانسال چاق و دارای اضافه وزن	بهبود برخی از نشانگرهای سندرم متابولیک (گلوکز و مقاومت به انسولین) متعاقب تمرین ترکیبی

غیرفعال چاق و دارای اضافه وزن بود (۲۸). خرم جاه و همکارانش (۲۰۱۹) نیز گزارش دادند که انجام ده هفته تمرینات هوازی با شدت متوسط تأثیری بر سطوح برخی از شاخص‌های خطر متابولیکی از قبیل درصد چربی بدنی و مقاومت به انسولین و سایر نشانگرها در زنان یائسه چاق ندارد (۲۹). احتمالاً تفاوت در مدت، نوع و شدت پروتکل تمرینی و وضعیت سلامتی آزمودنی‌ها دلیل تناقض یافته این محققان باشد (۲۸). از طرفی علی‌رغم اینکه مکانیسم‌های مسئول بهبود برخی از نشانگرهای سندرم متابولیکی از قبیل کاهش وزن و دور کمر پس از فعالیت‌های ورزشی هنوز به طور کامل شناخته نشده‌اند، اما به نظر می‌رسد سازگاری‌های متابولیکی

(Moderate intensity contentious aerobic training:) را بر نشانگرهای سندرم متابولیک زنان میانسال چاق و دارای اضافه وزن مورد بررسی قرار داده و کاهش امتیاز Z کلی سندرم متابولیک و نشانگرهای سندرم متابولیک را آزمودنی‌ها مورد مطالعه پس از انجام تمرینات مشاهده کردند (۲۷). که یافته‌های این محققان می‌تواند تأییدی بر اثرات بلندمدت و مفید فعالیت هوازی منظم بر کاهش شاخص‌های خطر متابولیکی در افراد در معرض خطر باشد. با این حال، نتایج مطالعه Wiklund و همکارانش (۲۰۱۴) عدم تغییر برخی از نشانگرهای متابولیکی از قبیل ترکیب بدنی و نیمرخ لیپیدی پس از شش هفته تمرینات هوازی در زنان

جدول ۴. خلاصه‌ای از مطالعات انجام شده در زمینه‌ی اثرات تمرینات HIIT بر نشانگرهای سندرم متابولیک

محققان	زمینه مورد بررسی	آزمودنی‌ها	یافته‌ها
Reljic و همکاران (۲۰۲۱) (۸۶)	مقایسه تاثیر دوازده هفته تمرینات HIIT با تمرینات MICT بر عوامل خطرزای سندرم متابولیک	بیماران چاق مبتلا به سندرم متابولیک	اثرگذاری بیشتر تمرینات HIIT، کاهش شاخص Z و برخی از نشانگرهای سندرم متابولیک
Hovsepian و همکاران (۲۰۱۹) (۹۴)	تأثیر ۱۰ ماه تمرینات HIIT بر نشانگرهای سلامت و خطر متابولیکی	زنان چاق و دارای اضافه وزن	بهبود LDL، فشار خون و ضربان قلب و عدم تغییر در سایر نشانگرهای متابولیک
Ramos و همکاران (۲۰۱۷) (۸۹)	تأثیر ۱۶ هفته برنامه تمرینات کم حجم HIIT باعث بهبود بر نشانگرهای قلبی-متابولیک	افراد چاق دارای سندرم متابولیک	بهبود قابل شاخص Z سندرم متابولیک و سایر نشانگرهای قلبی-متابولیک
Guio و همکاران (۲۰۱۹) (۹۵)	بررسی اثرات ۱۶ هفته تمرینات HIIT بر اجزای سندرم متابولیک و آمادگی قلبی-تنفسی	زنان و مردان چاق دارای سندرم متابولیک	بهبود معنادار و مشابه نشانگرهای سندرم متابولیک، آمادگی قلبی-تنفسی و متابولیکی در زنان و مردان
Steckling و همکاران (۲۰۱۸) (۹۶)	اثر ۱۲ هفته تمرینات HIIT بر نشانگرهای متابولیکی و نیمرخ آدیپوکاین‌ها و التهابی	زنان یائسه چاق مبتلا به سندرم متابولیک	بهبود نشانگرهای خطر متابولیکی (ترکیب بدن، فشار خون، HDL، فشار خون سیستولی و دیاستولی)
شاکرین و همکاران (۱۳۹۹) (۹۷)	مقایسه تأثیر ۱۲ هفته تمرین تناوبی هوازی با و بدون مکمل سازی رازیانه بر نشانگرهای سندروم متابولیک	زنان یائسه چاق	بهبود برخی از نشانگرهای سندرم متابولیک (مقاومت به انسولین، HDL، LDL، تری گلیسیریدو..). متعاقب انجام تمرین
آتشک و همکاران (۱۳۹۹) (۳۰)	بررسی و مقایسه تأثیر ۱۲ هفته برنامه تمرینات HIIT و MICT بر پارامترهای مرتبط با سندرم متابولیک	زنان یائسه چاق مبتلا به سندرم متابولیک	علی‌رغم اثربخشی هر دو برنامه تمرینی، در مقایسه با MICT برنامه HIIT استراتژی غالب برای بهبود بیشتر در اغلب نشانگرهای سندرم متابولیک

از قبیل افزایش اکسیداسیون چربی، افزایش متابولیسم پایه و افزایش مصرف اکسیژن پس از ورزش می‌توانند علت این پدیده باشند (۳۰). به علاوه، متعاقب انجام تمرینات هوازی، افزایش حجم میتوکندری و افزایش فعالیت آنزیم‌های درگیر در سوخت و ساز چربی‌ها صورت می‌گیرد که به افزایش تجزیه چربی‌ها هنگام فعالیت‌های ورزشی هوازی می‌انجامد. همچنین گزارش شده است که تمرینات هوازی از طریق تحریک و ترشح هورمون رشد و کاتکولامین‌ها باعث فعال شدن آنزیم‌های تجزیه کننده چربی در سلول‌های چربی (Adipocytes) و تجزیه چربی‌ها در اندام‌های ذخیره چربی در بدن شود (۳۱). در این راستا گزارش شده است که انجام تمرینات هوازی باعث افزایش تحریک بتا آدرنرژیک، کاهش سطح انسولین و افزایش سه برابری میزان لیپولیز می‌شود (۲۲). از طرفی، بر اثر تمرین هوازی تراکم گیرنده‌های بتا آدرنرژیک در سطح سلولی بافت چربی افزایش یافته و در نتیجه حساسیت آنها را در برابر فرآیند لیپولیزی و هزینه انرژی و اکسیداسیون چربی افزایش پیدا می‌کند (۳۲). در برخی دیگر از مطالعات مکانیزم اصلی کاهش برخی از نشانگرهای سندرم متابولیک از قبیل تری گلیسیرید به افزایش آنزیم

لیپوپروتئین لیپاز- α (Lipoprotein Lipase α : LPL α) در اثر تمرین هوازی و کاهش سنتز شیلومیكرون و لیپوپروتئین با چگالی بسیار کم (Very-low-density lipoprotein: VLDL) به عنوان لیپوپروتئین‌های غنی از تری گلیسیرید- نسبت داده‌اند (۳۳). همچنین افزایش نشانگر لیپوپروتئین پرچگال (High-Density Lipoprotein: HDL) در اثر تمرینات ورزشی را به افزایش فعالیت آنزیم‌های لیپوپروتئین لیپاز (Lipoprotein Lipase: LPL)، پروتئین فسفولیپیدترانسفر (Phospholipid Transfer Protein: PLTP)، لیسیتین-کلسترول اسیل ترانسفراز (Lecithin-Cholesterol Acyltransferase: LCAT) و کاهش فعالیت لیپاز کبدی مرتبط دانسته‌اند، به طوری که گزارش شده است که افزایش فعالیت آنزیم LACT منجر به استریفیه شدن کلسترول موجود روی سطح لیپوپروتئین غنی از کلسترول شده، که آن را درون HDL خالی از لیپید منتقل کرده و در نهایت باعث افزایش HDL می‌شود (۳۴). از طرفی نشان داده شده که یک سازوکار بازدارنده آلفا - آدرنرژیک، لیپولیز استراحتی را تنظیم می‌کند، در صورتی که هنگام فعالیت ورزشی تأثیر تحریکی بتا آدرنرژیک اهمیت بیشتری دارد که منشأ آن افزایش ترشح

بزرگسالان چاق، فعالیت‌های ورزشی مقاومتی را حداقل دو روز در هفته یا بیشتر از آن انجام (با شدت مناسب ۶۰-۸۰ درصد یک تکرار بیشینه (IRM) و با ۸-۱۲ تکرار در هر ست) دهند (۴۴). بعلاوه، گزارش شده است که انجام فعالیت‌های ورزشی مقاومتی ممکن است به مدیریت بسیاری از اختلالات و علائم بدنی که در طول یائسگی و بعد از آن صورت می‌گیرد، کمک کند و به دلیل اثرات ثابت شده‌ای که بر سلامت اسکلتی-عضلانی و قلبی-متابولیکی و همچنین محافظت در برابر ضعف ناشی از افزایش سن دارد، این روش تمرینی ممکن است رویکرد امیدوارکننده برای این جمعیت باشد (۴۵).

با این حال، علی‌رغم این‌که اکثر مطالعات و کارآزمایی‌های تصادفی‌سازی و کنترل‌شده بر اثرات تمرینات هوازی تمرکز دارند، تغییرات مطلوبی در نشانگرهای سندرم متابولیک پس از انجام تمرین مقاومتی در زنان چاق و یائسه نیز مشاهده شده است (۴۶، ۴۷)، به طوری‌که بر اساس یافته‌های حاصل از مطالعه فراتحلیلی، مشخص شده است که انجام تمرینات مقاومتی اثر بالینی و آماری معناداری بر عوامل خطر سندرم متابولیک دارد و بنابراین انجام آن جهت مدیریت بیماری‌های مزمن و اختلالات متابولیک توصیه شده است (۴۸). در حقیقت نشان داده شده است که تمرینات مقاومتی با کاهش سطوح گلوکز خون، دور کمر، درصد چربی بدن، فشار خون سیستمولیک، نشانگرهای التهابی، کلسترول تام و LDL و افزایش HDL باعث بهبود عوامل خطر سندرم متابولیک در زنان یائسه می‌شود (۴۹-۵۱). در این راستا اخیراً گروه تحقیقاتی Son و همکاران (۲۰۲۱) پس از بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرینات مقاومتی بر نشانگرهای سندرم متابولیک زنان یائسه چاق دارای سندرم متابولیک، دریافتند که انجام تمرین مقاومتی ممکن است یک مداخله درمانی مؤثر برای مبارزه با اجزای سندرم متابولیک در این جمعیت باشد و به طور بالقوه خطر ایجاد بیماری‌های مزمن از قبیل بیماری‌های قلبی عروقی را کاهش دهد (۵۲). به طور مشابه Conceição و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی تأثیر ۱۶ هفته تمرین مقاومتی شاخص خطر سندرم متابولیک در زنان یائسه دارای اضافه وزن پرداختند و گزارش دادند که انجام تمرینات می‌تواند باعث کاهش شاخص کلی Z سندرم متابولیک و برخی از نشانگرها از قبیل درصد چربی بدنی شود (۵۱). در حالی‌که یافته برخی دیگر از محققان از قبیل Tibana و همکاران (۲۰۱۳) حاکی از عدم تغییر معنادار هیچ‌کدام از نشانگرهای خطرناک سندرم متابولیک در زنان چاق و دارای اضافه وزن میانسال پس از انجام هشت هفته تمرین مقاومتی است (۵۳) که به نظر از

اپی‌نفرین است. اپی‌نفرین فعال‌کننده اصلی لیپاز حساس به هورمون است که تمرینات منظم باعث افزایش سطوح و نیز عملکرد بیشتر گیرنده‌های این هورمون می‌شود (۳۱). در این راستا مطالعه مروری و فراتحلیلی اخیر صورت گرفته توسط گروه تحقیقاتی Wood و همکارانش (۲۰۲۱) بیانگر بهبود نیمرخ لیپیدی (به ویژه تری‌گلیسرید و HDL) در بزرگسالان کم‌تحرك دارای نشانگان سندروم متابولیک، متعاقب انجام برنامه‌های مختلف تمرین هوازی منظم است (۳۵). از طرف دیگر پیشنهاد شده است که انجام فعالیت‌های ورزشی منظم از طریق مکانیزم‌های مختلف از قبیل افزایش پیام‌رسانی و بهبود مسیرهای آبخار پیام دهی انسولین، افزایش رهایی گلوکز از خون به عضله به علت افزایش مویرگ‌های عضله و تغییر در ترکیب عضله به منظور افزایش برداشت گلوکز، افزایش در دسترس بودن و افزایش محتوی پروتئین ناقل گلوکز-۴ (Glucose Transporter Type 4: GLUT4) و کاهش رهایش و افزایش پاک شدن اسیدهای چرب آزاد؛ می‌تواند منجر به کاهش کلوزک پلازما به عنوان یکی از نشانگرهای سندرم متابولیک و لذا افزایش حساسیت به انسولین شود (۳۱). بعلاوه، برخی از سازوکارهای پیشنهادی برای کاهش فشار خون متعاقب انجام تمرینات ورزشی شامل کاهش سفتی شریان‌ها، بهبود اتساع عروقی با واسطه اندوتلیال، کاهش مقاومت محیطی عروق، افزایش پپتید جدید آپلین توسط سطوح پلاسمایی اکسید نیتریک و کاهش فعالیت عصبی سمپاتیک می‌باشد (۳۶).

تمرینات مقاومتی

افراد چاق معمولاً کاهش قابل توجهی را در توان و قدرت عضلانی نسبی در مقایسه با هم‌تایان لاغر خود نشان می‌دهند و این اختلالات فیزیولوژیکی منجر به کاهش عملکرد بدنی و ایجاد ناتوانی‌های جسمی می‌شود که در نهایت انگیزه ورزش کردن را کاهش می‌دهد و در نتیجه به تداوم چرخه عدم تحرک و افزایش وزن کمک می‌کند. بنابراین، بهبود قدرت عضلانی، قدرت و عملکرد بدنی از اهداف کلیدی در مدیریت چاقی هستند (۴۲). از طرفی از آنجایی‌که بسیاری از افراد چاق احتمالاً به‌خاطر محدودیت‌های ارتوپدی و قلبی-تنفسی قادر به شرکت برنامه تمرینات هوازی نیستند نتایج مطالعات متعدد نشان داده است که انجام تمرینات مقاومتی منظم شیوهی درمانی مناسبی برای این افراد باشد (۴۳). لذا در این راستا کالج پزشکی ورزشی آمریکا (American College of Sports Medicine: ACSM) و سازمان بهداشت جهانی (World Health Organization: WHO) توصیه می‌کنند که

دلایل احتمالی تناقض یافته این محققان به گواه آن‌ها، وجود برخی از محدودیت‌ها در مطالعه آن‌ها از قبیل نبود گروه کنترل، عدم کنترل رژیم غذایی و عدم اندازه‌گیری دقیق نشانگرهای مورد مطالعه آنها از قبیل ترکیب بدنی و ... باشد.

از مهم‌ترین مکانیزم‌ها و سازوکارهای بهبود نشانگرهای سندرم متابولیک متعاقب انجام تمرینات مقاومتی به این ترتیب است که در رابطه با بهبود ترکیب بدن و کاهش درصد چربی بدن در اثر تمرینات مقاومتی به نظر می‌رسد که انجام این شیوه‌ی تمرینی از طریق تحریک سنتز پروتئین عضلانی و افزایش توده بدون چربی بدن منجر به افزایش میزان متابولیسم استراحت شده که این امر باعث افزایش انرژی کل مصرفی زمان استراحت و تغییر منفی در تعادل انرژی و لذا کاهش چربی و ذخایر کلی آن در بدن می‌شود (۵۴). از طرفی نظر به اینکه چاقی شکمی با کاهش حساسیت به انسولین همراه بوده و به عنوان یک پیش‌بینی کننده قوی مقاومت به انسولین با افزایش سن در نظر گرفته می‌شود، گزارش شده است که کاهش چربی شکمی و توده چربی کل بدن در بهبود تحمل گلوکز و مقاومت به انسولین در زنان یائسه مفید باشد (۵۲). به طوری که در این راستا گزارش شده است که تمرینات مقاومتی سنتی باعث کاهش چربی بدن و بهبود سطح مقاومت به انسولین و گلوکز خون در زنان یائسه می‌شود (۵۰، ۵۱). به‌علاوه گزارش شده است که از آنجایی که عضلات اسکلتی محل اصلی برداشت گلوکز در حالت طبیعی است، تمرینات مقاومتی می‌تواند تأثیرات شبه انسولینی بر برداشت گلوکز در عضله اسکلتی داشته باشد و لذا افزایش توده عضلانی ناشی از تمرینات مقاومتی روش مؤثری در کاهش سطح گلوکز پلازما و بهبود حساسیت به انسولین است (۵۵). از طرفی علاوه بر چاقی، اختلال چربی خون آتروژنیک ناشی از تغییر پروفایل لیپیدی در دوران یائسگی که با افزایش تری‌گلیسیرید و LDL-C و کاهش HDL-C در خون مشخص می‌شود یک پدیده شایع است که به عنوان بخشی از سندرم متابولیک در نظر گرفته می‌شود و این تغییر فیزیولوژیکی زنان یائسه را بیشتر مستعد ابتلا به تصلب شرایین و بیماری‌های قلبی عروقی می‌کند (۵۶). با این حال نتایج مطالعات نشان می‌دهد که سطوح TC، TG، LDL-C و HDL-C به دنبال برنامه تمرین مقاومتی سنتی در زنان یائسه دارای اضافه وزن به طور معناداری بهبود یافته است (۵۷). در حقیقت به نظر می‌رسد که تغییرات صورت گرفته در ترکیب بدن به دنبال تمرینات مقاومتی، مانند کاهش درصد چربی بدن و افزایش توده بدون چربی بدن در بهبود نیمرخ لیپیدی نقش داشته باشد (۵۸).

همچنین افزایش سطوح آنزیم‌های دخیل در پاکسازی چربی‌های خون و HDL-C که در انتقال معکوس کلسترول دخیل هستند نیز در این زمینه پیشنهاد شده است (۵۲). به‌علاوه مشخص شده است که تغییرات صورت گرفته در سنتز و تولید بیش از حد آدیپوکین‌ها در شرایط چاقی، منجر به اختلال عملکرد اندوتلیال و استرس اکسیداتیو شده، که از این طریق به طور قابل توجهی فشار خون را بالا برده و در نهایت به اختلال پرفشار خونی به عنوان یکی از عوامل اصلی خطرزای سندرم متابولیک کمک می‌کند (۵۹). بنابراین ایجاد فشار خون در زنان یائسه چاق ممکن است تا حدی به دلیل افزایش استرس اکسیداتیو و اختلال عملکرد اندوتلیال مرتبط با چاقی و همچنین اختلال عملکرد بافت چربی باشد (۵۹). مکانیزم‌های مختلفی در رابطه با کاهش فشار خون متعاقب انجام تمرینات ورزشی و به ویژه تمرینات مقاومتی قابل مطرح است، به طوری که کاهش چربی شکمی و درصد کلی چربی بدن ناشی از انجام تمرینات ورزشی، ممکن است سنتز آدیپوکین‌های التهابی تولید شده توسط بافت چربی را کاهش دهد (۵۲)، که این کاهش چربی ممکن است به کاهش سطوح استرس اکسیداتیو و التهاب که تا حد زیادی در ایجاد فشار خون بالا دخیل بودند، کمک کند (۵۹). به‌علاوه افزایش توده عضلانی ناشی از انجام تمرین مقاومتی نیز ممکن است از فشار خون بالا جلوگیری کند (۶۰). در نهایت، پیشنهاد شده است که تمرینات مقاومتی از طریق بهبود عملکرد اندوتلین و افزایش فراهمی اکسید نیتریک (Nitric Oxide: NO) (به عنوان عنصر قوی گشاد کننده عروق) منجر به کاهش فشار خون بالا می‌شود (۶۱).

تمرینات ترکیبی

سندرم متابولیک اختلال متابولیکی پیچیده‌ای است که ممکن است نیازمند برنامه‌ی تمرینی ترکیبی با اهداف چندگانه، برای بهبود عوامل خطر مرتبط با آن باشد (۶۷) و به گفته محققان، کاهش خطر ابتلا به سندرم متابولیک زمانی که ورزش هوازی با ورزش مقاومتی ترکیب شود، بیشتر است (۶۸). به طوری که در این راستا گروه مطالعاتی Tibana و همکارانش (۲۰۱۴) پس از بررسی تأثیر ۱۰ هفته برنامه تمرینات ترکیبی با شدت متوسط بر عوامل خطرزای سندرم متابولیک در زنان دارای نشانگان سندرم متابولیک، به این نتیجه دست یافتند که این شیوه‌ی تمرینی روش کارآمد جهت جلوگیری و درمان سندرم متابولیک در افراد مبتلا می‌باشد (۱۶). در حقیقت، در سال‌های اخیر استفاده از تمرینات ترکیبی جهت بهره‌مندی از تأثیر فواید هر دو روش تمرینات استقامتی - مقاومتی توجه

چرب آزاد؛ می‌تواند منجر به کاهش سطوح گلوکز و افزایش حساسیت به انسولین شود (۷۵).

از طرفی با توجه به این‌که مکانیسم‌های سازگاری مولکولی و ژنتیکی القاشده توسط تمرین مقاومتی و هوازی متفاوت هستند و با هر نوع از فعالیت ورزشی مجموعه‌ای متفاوت از مسیرهای سیگنالینگ سلولی و ژن‌های ویژه فعال می‌شوند، اخیراً Delgado-Floody و همکارانش (۲۰۲۱) به بررسی تاثیر دو شیوه متفاوت تمرین ترکیبی (مقاومتی-هوازی با شدت، هوازی با شدت- مقاومت) بر نشانگرهای سندرم متابولیک در زنان مبتلا به چاقی شدید پرداخته و گزارش دادند که علی‌رغم اینکه هر دو شیوهی تمرینی باعث بهبود اغلب نشانگرهای سندرم متابولیک می‌شود با این حال، مختصری اثرات روش تمرین ترکیبی مقاومتی-هوازی بیشتر است (۷۶). با این حال نتایج برخی دیگر از محققان بیانگر عدم اثرگذاری مطلوب روش تمرین ترکیبی بر نشانگرهای سندرم متابولیک می‌باشد، به طوری‌که سرم‌دیان و خورشیدی (۱۳۹۵) دریافتند که ۱۰ هفته تمرینات ترکیبی تاثیر معناداری بر نشانگرهای سندرم متابولیکی از قبیل ترکیب بدنی، سطوح نیمرخ لیپیدی (تری گلیسیرید، کلسترول تام، LDL-C، HDL-C) و شاخص‌های مقاومت به انسولین و گلوکز در در زنان یائسه دارای اضافه وزن ندارد. این محققان دلایل یافته خود را عدم کفایت شدت و مدت تمرینات جهت ایجاد تغییرات مطلوب ذکر کردند (۷۷).

تمرینات تناوبی با شدت بالا (High Intensity Interval Training: HIIT)

علی‌رغم اینکه بر اساس دستورالعمل ACSM به بزرگسالان توصیه شده است که حداقل ۱۵۰ دقیقه در هفته فعالیت بدنی با شدت متوسط انجام دهند، با این حال، بسیاری از افراد اگرچه ممکن است اثرات مثبت ورزش را درک کرده باشند، اما به دلیل کمبود وقت، به طور منظم ورزش نمی‌کنند. لذا نوآوری در تجویز تمرینات ورزشی مناسب که موجب سود رسانی در حداقل زمان ممکن شود، می‌تواند دستاوردهای با ارزشی در افزایش سطوح فعالیت و سلامت افراد جامعه به ویژه زنان یائسه چاق داشته باشد (۳۹). در این راستا گزارش شده است که تمرینات HIIT، به عنوان شیوهی ورزشی ایمن و کارآمد، جایگزین مناسبی برای برنامه‌های ورزشی سنتی است که از میزان پایبندی بالایی در بزرگسالان دارای اضافه وزن و چاق برخوردار بوده (۸۴) و در مقایسه با سایر روش‌های تمرینی، در کاهش عوامل خطرزای مرتبط با چاقی و سندرم متابولیک مؤثرتر است (۸۵). در حقیقت گزارش شده است که

اکثر مربیان و پژوهشگران ورزشی را به خود جلب کرده است (۶۹) و به‌کارگیری این شیوه از تمرینات ورزشی توسط ACSM پیشنهاد شده است. در مطالعه مروری و فراتحلیلی صورت گرفته اخیر نیز گزارش شده است که برنامه تمرینات ورزشی ترکیبی با وجود تأثیرات چندوجهی، مزایای سلامتی بیشتری را در مقایسه با اجرای مستقل تمرینات هوازی و مقاومتی برای بهبود شاخص‌های تن‌سنجی و ویژگی‌های متابولیکی افراد چاق دارد (۷۰). به طوری‌که آتشک و همکاران (۱۴۰۰) همسو با یافته‌ی برخی دیگر از محققان (۷۱) پس از بررسی و مقایسه اثرات سه روش تمرین هوازی، مقاومتی و ترکیبی بر عوامل خطرزای قلبی-متابولیکی زنان سالمند چاق به این نتیجه دست یافتند که علی‌رغم بهبود اغلب نشانگرها در هر سه روش تمرین، تمرینات ترکیبی با توجه به دارا بودن اثرات تعاملی و همپوشانی دو روش تمرینی با یکدیگر، سودمندی مشهودتری در شاخص‌های وزن و چربی بدن ایجاد می‌کند (۷۲). Rossi و همکارانش (۲۰۱۵) نیز به اثربخشی مناسب تمرینات ترکیبی بر شاخص‌های ترکیب بدنی زنان چاق بعد از دوره یائسگی اذعان داشته‌اند (۷۳). در حقیقت به نظر می‌رسد اثرات دو نوع تمرین هوازی و مقاومتی بر ترکیب بدن مکمل همدیگر بوده و همپوشانی این دو شیوه تمرینی در کنار هم تأثیراتشان را دوچندان می‌کند. به طوری‌که انجام تمرینات مقاومتی از طریق تحریک سنتز پروتئین عضلانی و افزایش توده عضلانی بدن، منجر به افزایش میزان متابولیسم انرژی کل مصرفی زمان استراحت می‌شود؛ تغییراتی که در نهایت کاهش چربی و ذخایر آن در بدن را بدنبال دارند. به علاوه، تمرینات هوازی نیز از طریق تحریک و ترشح کاتکولامین‌ها و هورمون رشد باعث فعال شدن آنزیم‌های لیپولیز در سلول‌های چربی و لذا تجزیه چربی‌ها در بافت آدیپوز بدن می‌شوند (۵۴). همچنین به نظر می‌رسد که انجام تمرینات ترکیبی با توجه به اثرات هم‌افزایی حاصل از دو برنامه تمرینی، به عنوان روش موثرتر و کارآمدتر در کنترل گلوکز و فعالیت انسولین شناخته شده است (۷۴). در این راستا پیشنهاد شده است که انجام فعالیت‌های ورزشی منظم از طریق مکانیزم‌های مختلف از قبیل افزایش پیام‌رسانی و بهبود مسیرهای آبخار پیام دهی انسولین، افزایش رهایی گلوکز از خون به عضله به علت افزایش مویرگ‌های عضله و تغییر در ترکیب عضله به منظور افزایش برداشت گلوکز، افزایش در دسترس بودن و افزایش محتوی پروتئین ناقل گلوکز-۴ (GLUT4) و کاهش رهایی و افزایش پاک شدن اسیدهای

افزایش فعالیت آنزیم‌های لیپولیتیک و چربی سوزی بیشتر و بهبود مؤثرتر ترکیب بدن در افراد چاق و غیرفعال می‌شود (۹۲). علاوه بر این، گزارش شده است که شدت ورزش ممکن است اثرات متفاوتی بر مکانیسم‌های فیزیولوژیکی درگیر در تنظیم اشتها داشته باشد، به طوری که علی‌رغم اینکه فعالیت‌های ورزشی با شدت کم و متوسط تأثیر کمی بر ادراک اشتها دارد، اما نشان داده شده است که ورزش با شدت بالا ممکن است از طریق تغییراتی که بر هورمون‌های محیطی روده مانند گرلین و گیرنده‌های مغزی تنظیم کننده مرکزی اشتها می‌گذارد، اثرات سرکوب کننده بر اشتها دارد (۸۶، ۹۳).

نتیجه‌گیری

با توجه به وجود ارتباط بین یائسگی و چاقی/افزایش وزن همراه با آن، با بروز اختلالات و بیماری‌های مزمن متابولیکی، تأکید بر تعدیل سبک زندگی و انجام رفتارهای ارتقاء دهنده سلامتی به عنوان عامل مهمی در کاستن عوامل خطرزای سندرم متابولیک به ویژه برای زنان یائسه چاق کاملاً مشهود است. در این بین انجام فعالیت بدنی یکی از شیوه‌های کاربردی و پیشگیرانه برای جلوگیری از عوامل خطرزای بیماری‌هایی چون سندرم متابولیک به شمار می‌رود. لذا این مطالعه به بررسی اثرات انواع مختلف برنامه تمرینات ورزشی بر نشانگرهای سندرم متابولیک در زنان یائسه و چاق پرداخت. بر اساس بررسی صورت گرفته می‌توان نتیجه گرفت که افزایش سطح فعالیت بدنی و انجام شیوه‌های مختلف تمرینات ورزشی (هوایی، مقاومتی، ترکیبی و HIIT) می‌تواند باعث بهبود نشانگرهای سندرم متابولیک در زنان چاق و یائسه شده و استراتژی درمانی کلیدی برای پیشگیری و کنترل این اختلال می‌باشد. لذا با توجه به فواید متعدد تمرینات ورزشی بر نشانگرهای اصلی خطر سندرم متابولیک، توصیه می‌شود که انجام برنامه‌های تمرین ورزشی به طور گسترده‌تری در مدیریت زنان یائسه و دارای اضافه وزن یا چاقی گنجانده شود.

انجام تمرینات HIIT نشانگرهای بالینی خاصی (دورکمر، فشار خون سیستولیک فشار خون دیاستولی، گلوکز خون ناشتا و نیمرخ لیپیدی) را در افراد مبتلا به سندرم متابولیک بهبود می‌بخشد (۸۶). به طوری که تعدادی از مطالعات مروری و فراتحلیلی اخیراً نشان داده‌اند که تمرینات HIIT می‌تواند تنها در مدت چند هفته باعث بهبود ترکیب بدن و نشانگرهای مختلف خطر قلبی-متابولیکی در افراد چاق و دارای اضافه وزن و افراد مبتلا به بیماری‌های متابولیک شود (۱۵، ۸۷، ۸۸). در این راستا Reljic و همکاران (۲۰۲۱) با بررسی و مقایسه تأثیر دوازده هفته برنامه تمرینات HIIT در مقایسه با MICT در بیماران مبتلا به سندرم متابولیک، مشاهده کردند که علی‌رغم بهبود نشانگرهای سندرم متابولیک پس از انجام هر دو روش تمرینی، روش HIIT در کاهش شاخص Z و برخی از نشانگرهای سندرم متابولیک مؤثرتر واقع شده است (۸۶). Ramos و همکاران (۲۰۱۷) نیز در مطالعه‌ی خود نشان داده‌اند که انجام تمرینات کم حجم HIIT (مدت زمان کل ۱۷ دقیقه در هر جلسه) به مدت ۱۶ هفته باعث بهبود قابل توجهی در شاخص Z سندرم متابولیک و سایر نشانگرهای قلبی-متابولیک در افراد دارای سندرم متابولیک چاق می‌شود (۸۹). گروه دیگری از محققان نیز مشاهده کردند که اجرای تمرینات HIIT در مقایسه با شیوه تمرینات تداومی با شدت متوسط اثرات برجسته‌تری را بر نشانگرهای پروفایل لیپیدی در زنان یائسه به همراه خواهد داشت (۹۰).

اخیراً گروهی از محققان در مطالعات فراتحلیل خود پیشنهاد داده‌اند که سازوکارها و تغییرات فیزیولوژیکی محتمل صورت گرفته متعاقب مداخلات HIIT، ممکن است با پیامدهای توده عضلانی بزرگ، بهبود در کنترل وازوموتور، کنترل بارورفلکس عروقی بهتر، کاهش مقاومت محیطی کل، افزایش در اکسیژن مصرفی اضافه پس از تمرین، و تغییرات در مکانیسم‌های اشتها و سیری مرتبط باشد (۹۱). در حقیقت گزارش شده است که برنامه تمرینات HIIT در مقایسه با روش‌های تمرینی با شدت پایین‌تر باعث فعال شدن بیشتر سیستم عصبی سمپاتیک و ترشح بیشتر کاتکولآمین‌ها و هورمون رشد شده، که منجر به

REFERENCES

- Jahangiry L, Khosravi-Far L, Sarbakhsh P, Kousha A, EntezarMahdi R, Ponnet K. Prevalence of metabolic syndrome and its determinants among Iranian adults: evidence of IrAPEN survey on a bi-ethnic population. *Sci Rep* 2019;9:1-7.
- Ostman C, Smart N, Morcos D, Duller A, Ridley W, Jewiss D. The effect of exercise training on clinical outcomes in patients with the metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Cardiovas Diabetol* 2017;16:1-11.
- Lakka H-M, Laaksonen DE, Lakka TA, Niskanen LK, Kumpusalo E, Tuomilehto J, et al. The metabolic syndrome and total and cardiovascular disease mortality in middle-aged men. *JAMA* 2002;288:2709-16.
- Mohebi S, Azadbakht L, Feizi A, Sharifirad G, Hozori M. Predicting of perceived self-efficacy in the amount of macronutrients intake in women with metabolic syndrome-2012. *J Educ Health Promot* 2014;3.

5. Raczkiwicz D, Owoc A, Wierzbinska-Stepniak A, Bojar I. Metabolic syndrome in peri-and postmenopausal women performing intellectual work. *Ann Agric Environ Med* 2018;25:610-5.
6. Nikooyeh B, Abdollahi Z, Salehi F, Nourisaeidlou S, Hajifaraji M, Zahedirad M, et al. Prevalence of obesity and overweight and its associated factors in urban adults from West Azerbaijan, Iran: *Nutr Food Sci Res* 2016; 3:21-26.
7. Jafari-Adli S, Jouyandeh Z, Qorbani M, Soroush A, Larijani B, Hasani-Ranjbar S. Prevalence of obesity and overweight in adults and children in Iran; a systematic review. *J Diabetes Metab Disord* 2014;13:1-10.
8. Taghdir M, Rezaianzadeh A, Sepandi M, Abbaszadeh S, Alimohamadi Y. Determine the prevalence of overweight and obesity and effective factors in Iranian females: A population-based cross-sectional study. *Acta Medica Iranica* 2020;73-7.
9. 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;12:1899.
10. Marchi Rd, Dell'Agnolo CM, Lopes TCR, Gravena AAF, Demitto MdO, Brischiliari SCR, et al. Prevalence of metabolic syndrome in pre-and postmenopausal women. *Endocrinol Metab* 2017;61:160-6.
11. Hosseini M, Eftekhari B, RiyahiMalayeri S. Effect of interval training with curcumin consumption on some adipokines in menopausal obese rats. *JRUMS* 2017;16:505-16. [In Persian]
12. Kasch J, Schumann S, Schreiber S, Klaus S, Kanzleiter I. Beneficial effects of exercise on offspring obesity and insulin resistance are reduced by maternal high-fat diet. *PLoS One* 2017;12:e0173076.
13. Joseph MS, Tincopa MA, Walden P, Jackson E, Conte ML, Rubenfire M. The impact of structured exercise programs on metabolic syndrome and its components: a systematic review. *Diabetes Metab Syndr Obes* 2019;12:2395.
14. Pedersen LR, Olsen RH, Anholm C, Astrup A, Eugen-Olsen J, Fenger M, et al. Effects of 1 year of exercise training versus combined exercise training and weight loss on body composition, low-grade inflammation and lipids in overweight patients with coronary artery disease: a randomized trial. *Cardiovas Diabetol* 2019;18:1-13.
15. Su L, Fu J, Sun S, Zhao G, Cheng W, Dou C, 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:e0210644.
16. Alsamir Tibana R, da Cunha Nascimento D, Frade de Sousa NM, de Souza VC, Durigan J, Vieira A, et al. Enhancing of women functional status with metabolic syndrome by cardioprotective and anti-inflammatory effects of combined aerobic and resistance training. *PLoS One* 2014;9:e110160.
17. Sherling DH, Perumareddi P, Hennekens CH. Metabolic syndrome: clinical and policy implications of the new silent killer. *J Cardiovasc Pharmacol Ther* 2017;22:365-7.
18. 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 Endocr Disord* 2019;19:98.
19. Gurka MJ, Vishnu A, Santen RJ, DeBoer MD. Progression of metabolic syndrome severity during the menopausal transition. *J Am Heart Assoc* 2016;5:e003609.
20. Permadi AW. The benefits of aerobic training for improving quality of life: A Critical Review of Study. *WMJ (Warmadewa Medical Journal)* 2019;4:57-60.
21. Al Saif A, Alsenany S. Aerobic and anaerobic exercise training in obese adults. *J Phys Ther Sci* 2015;27:1697-700.
22. Sabzikar S, Fathi M, Darzabi T, Hejazi K. The Effect of 12 Weeks of Bariatric and Aerobic Exercises on Metabolic Syndrome Indices in Women. *PTJ*. 2018;8:77-84.
23. Rohani H, Azali Alamdari K, Helali zadeh M. Effect of Aerobic Training on Overall Metabolic Risk and Indices Levels in Patients with Metabolic Syndrome: A Meta-Analysis Study. *Sport Physiol* 2016;8:17-44.
24. Katzmarzyk PT, Leon AS, Wilmore JH, Skinner JS, Rao D, Rankinen T, et al. Targeting the metabolic syndrome with exercise: evidence from the HERITAGE Family Study. *Med Sci Sport Exer* 2003;35:1703-9.
25. Okura T, Nakata Y, Ohkawara K, Numao S, Katayama Y, Matsuo T, et al. Effects of aerobic exercise on metabolic syndrome improvement in response to weight reduction. *Obesity* 2007;15:2478-84.
26. Azali Alamdari K, Rohani H. The Response of Apelin and overall metabolic risk to Aerobic Training in Middle-aged Female patients with Metabolic Syndrome. *J App Exerc Physiol* 2018;13:139-52.
27. Atashak S, Batourak K, Azizbeigi K. The effect of moderate-intensity aerobic exercise training on metabolic syndrome factors and acylated ghrelin in middle-aged women. *Razi Journal of Medical Sciences* 2017;24:10-20. [In Persian]

28. Wiklund P, Alen M, Munukka E, Cheng SM, Yu B, Pekkala S, et al. Metabolic response to 6-week aerobic exercise training and dieting in previously sedentary overweight and obese pre-menopausal women: A randomized trial. *Journal of Sport and Health Science* 2014;3:217-24.
29. Khoramjah M, Khorshidi D, Karimi M. Effect of moderate-intensity aerobic training on some hormonal and metabolic factors associated with breast cancer in overweight postmenopausal women. *Iran J Age* 2019;14:74-83.
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. *J Sport Biosci* 2020;12:307-28.
31. Roshdi Bonab R, Kianmarz Bonab V, Atashak S. The comparison of three different type of exercise training on body composition, insulin resistance and lipid profile biomarkers in elderly Women. *J Gerontol* 2021;6:40-54.
32. Purnell JQ, Kahn SE, Albers JJ, Nevin DN, Brunzell JD, Schwartz RS. Effect of weight loss with reduction of intra-abdominal fat on lipid metabolism in older men. *J Clin Endocrinol Metab* 2000;85:977-82.
33. Alamdari KA, Khalafi M, Ghorbanian B. Effect of aerobic training on serum adiponectin and Ctrp-3 in males with metabolic syndrome. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism* 2017;18:368-77.
34. Azali -Alamdari K, Saberi Y. The Effects of Aerobic Training on Blood ACHE and BCHE Activities and cardiometabolic Risk Factors Level in Midlife Women. *Int J Appl Exerc Physiol* 2019;15:105-18.
35. Wood G, Taylor E, Ng V, Murrell A, Patil A, van der Touw T, et al. Determining the effect size of aerobic exercise training on the standard lipid profile in sedentary adults with three or more metabolic syndrome factors: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Sports Med* 2021.
36. Álvarez C, Ramírez-Campillo R, Cristi-Montero C, Ramírez-Vélez R, Izquierdo M. Prevalence of non-responders for blood pressure and cardiometabolic risk factors among prehypertensive women after long-term high-intensity interval training. *Front Physiol* 2018;9:1443.
37. Machado PG, Júnior AMB, Bertolini NO, Resende NM, Silva GC, Pereira AC. Moderate and high intensity exercise improves glycaemia, blood pressure and body composition in menopausal women with type 2 diabetes. *Research. Res Soc Dev* 2021;10:e52810817571-e.
38. Jamka M, Mądry E, Krzyżanowska-Jankowska P, Skrypnik D, Szulińska M, Mądry R, et al. The effect of endurance and endurance-strength training on body composition and cardiometabolic markers in abdominally obese women: a randomised trial. *Sci Rep* 2021;11:1-14.
39. Chung J, Kim K, Hong J, Kong H-J. Effects of prolonged exercise versus multiple short exercise sessions on risk for metabolic syndrome and the atherogenic index in middle-aged obese women: a randomized controlled trial. *BMC Women's Health* 2017;17:1-9.
40. Frank LL, Sorensen BE, Yasui Y, Tworoger SS, Schwartz RS, Ulrich CM, et al. Effects of exercise on metabolic risk variables in overweight postmenopausal women: a randomized clinical trial. *Obes Res* 2005;13:615-25.
41. Shahraki A, Vahidian-Rezazadeh M, Nikoofar M. Impact of aerobic and combined exercise training on serum levels of Fetuin-A and some metabolic syndrome indices of overweight and obese women: A clinical trial study. *Feyz* 2020; 24:322-31. [In Persian]
42. Orange ST, Madden LA, Vince RV. Resistance training leads to large improvements in strength and moderate improvements in physical function in adults who are overweight or obese: a systematic review. *J Physiother* 2020; 66:214-224.
43. Atashak S, Ahmadi-Zad A. Effect of eight weeks of resistance exercise on new biomarkers of cardiovascular disease in obese adult males. *Feyz* 2017;21:256-64. [In Persian]
44. Ferguson B. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription 9th Ed. 2014. *J Can Chiropr Assoc* 2014;58:328.
45. Momeni Z, Logan JE, Sigal RJ, Yardley JE. Can Resistance Exercise Be a Tool for Healthy Aging in Post-Menopausal Women with Type 1 Diabetes? *Int J Environ Res Public Health* 2021;18:8716.
46. Leite R, Prestes J, Pereira G, Shiguemoto G, Perez S. Menopause: highlighting the effects of resistance training. *Int J Sport Med* 2010;31:761-7.
47. Normandin E, Chmelo E, Lyles MF, Marsh AP, Nicklas BJ. Effect of resistance training and caloric restriction on the metabolic syndrome. *Med Sci Sport Exerc* 2017;49:413.
48. Strasser B, Siebert U, Schobersberger W. Resistance training in the treatment of the metabolic syndrome. *Sport Med* 2010;40:397-415.

49. Tomeleri CM, Souza MF, Burini RC, Cavaglieri CR, Ribeiro AS, Antunes M, et al. Resistance training reduces metabolic syndrome and inflammatory markers in older women: A randomized controlled trial. *J Diabetes* 2018;10:328-37.
50. Oliveira PFA, Gadelha AB, Gauche R, Paiva FML, Bottaro M, Vianna LC, et al. Resistance training improves isokinetic strength and metabolic syndrome-related phenotypes in postmenopausal women. *Clin Interv Aging* 2015;10:1299.
51. Conceição MS, Bonganha V, Vechin FC, de Barros Berton RP, Lixandrão ME, Nogueira FRD, et al. Sixteen weeks of resistance training can decrease the risk of metabolic syndrome in healthy postmenopausal women. *Clin Interv Aging* 2013;8:1221.
52. Son W-M, Park J-J. Resistance Band Exercise Training Prevents the Progression of Metabolic Syndrome in Obese Postmenopausal Women. *J Sports Sci Med* 2021;20:291-9.
53. Tibana RA, Navalta J, Bottaro M, Vieira D, Tajra V, de Oliveira Silva A, et al. Effects of eight weeks of resistance training on the risk factors of metabolic syndrome in overweight/obese women—"A Pilot Study. *Diabetol Metab Syndr* 2013;5:1-8.
54. Maheri S, Atashak S, Roshdi Bonab R. Comparison of the effect of endurance and strength concurrent training order on the level of the lipocalien-2 and insulin resistance in inactive obese women. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport* 2022; 10: 74-85. [In Persian]
55. Hoseini R, Parvizi Mastali V. Effect of different exercise training on insulin sensitivity: A review article. *Feyz* 2021;25 :935-45. [In Persian]
56. 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 J* 2019;71:155-60.
57. Wooten JS, Phillips MD, Mitchell JB, Patrizi R, Pleasant RN, Hein RM, et al. Resistance exercise and lipoproteins in postmenopausal women. *Int J Sports Med* 2011;32:7-13.
58. Arnarson A, Ramel A, Geirsdottir O, Jonsson P, Thorsdottir I. Changes in body composition and use of blood cholesterol lowering drugs predict changes in blood lipids during 12 weeks of resistance exercise training in old adults. *Aging Clin Exp Res* 2014;26:287-92.
59. Zhou J, Qin G. Adipocyte dysfunction and hypertension. *Am J Cardiovasc Dis* 2012;2:143.
60. Butcher JT, Mintz JD, Larion S, Qiu S, Ruan L, Fulton DJ, et al. Increased muscle mass protects against hypertension and renal injury in obesity. *Am Heart Assoc* 2018;7:e009358.
61. Beck DT, Martin JS, Casey DP, Braith RW. Exercise training improves endothelial function in resistance arteries of young prehypertensives. *J Hum Hypertens* 2014;28:303-9.
62. Pourrazi H, Ebrahimi M. Comparison of two different resistance training intensities on metabolic syndrome risk factors in obese women. *Int J Appl Exerc Physiol* 2019;8:78-83.
63. Lee H-B, Lee H-K. The effects of circuit training on the indexes of sarcopenia and the risk factors of metabolic syndrome in aged obese women. *J Exerc Rehabil* 2018;14:666.
64. Saghi F, Hakak Dokht E, Moazzami M. The compersion of aerobic training and resistance training on plasma omentin and insulin resistance and lipid profile in obese postmenopausal women. *Metab Clin* 2017;7:169-82.
65. Nazari M, Gholamrezaei S, Shabani R. Effect of a period circuit resistance training on components of the metabolic syndrome in females with type II diabetes. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism* 2015;17:5. [In Persian]
66. Rezvani MH, Royaei A. The Effects of Eight Weeks Resistance Training and Low Caloric Diet on Body Composition, Serum's Relaxin and Lipid Profiles of Postmenopausal Women. *J Sport Exerc Psychol* 2017;10:99-106.
67. Sari-Sarraf V, Aliasgarzadeh A, Naderali M-M, Esmaeili H, Naderali EK. A combined continuous and interval aerobic training improves metabolic syndrome risk factors in men. *Int J Gen Med* 2015;8:203.
68. Bakker EA, Lee DC, Sui X, Artero EG, Ruiz JR, Eijsvogels TMH, et al. Association of Resistance Exercise, Independent of and Combined With Aerobic Exercise, With the Incidence of Metabolic Syndrome. *Mayo Clin Proc* 2017;92:1214-22.
69. Atashak S, Stannard SR, Azizbeigi K. Cardiovascular risk factors adaptation to concurrent training in overweight sedentary middle-aged men. *J Sports Med Phys Fitness* 2016;56:624-30.
70. García-Hermoso A, Ramírez-Vélez R, Ramírez-Campillo R, Peterson MD, Martínez-Vizcaíno V. Concurrent aerobic plus resistance exercise versus aerobic exercise alone to improve health outcomes in paediatric obesity: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2018;52:161-6.

71. 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;12:1-10.
72. Roshdi Bonab R, Kianmarz Bonab V, Atashak S. The comparison of three different type of exercise training on body composition, insulin resistance and lipid profile biomarkers in elderly Women. *J Gerontol* 2021;6:40-54.
73. Rossi FE, Buonani C, Viezel J, Silva EPd, Diniz TA, Santos VRd, et al. Effect of combined aerobic and resistance training in body composition of obese postmenopausal women. *Motriz: Revista de Educação Física* 2015;21:61-7.
74. Liu Y, Liu S-x, Cai Y, Xie K-l, Zhang W-l, 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;27:2365-71.
75. Consitt LA, Dudley C, Saxena G. Impact of endurance and resistance training on skeletal muscle glucose metabolism in older adults. *Nutrients* 2019;11:2636.
76. Delgado-Floody P, Soriano-Maldonado A, Rodríguez-Pérez MA, Latorre-Román PÁ, Martínez-Salazar C, Vargas CA, et al. The Effects of Two Different Concurrent Training Configurations on Markers of Metabolic Syndrome and Fitness in Women With Severe/Morbid Obesity: A Randomised Controlled Trial. *Front Physiol* 2021:1160.
77. Sarmadiyan M, Khorshidi D. Effect of combined training on body composition, lipids levels and indicators of metabolic syndrome in overweight and obese postmenopausal women. *J Gerontol* 2016;1:36-44.
78. Delgado-Floody P, Latorre-Román PÁ, Jerez-Mayorga D, Caamaño-Navarrete F, Cano-Montoya J, Laredo-Aguilera JA, et al. Poor sleep quality decreases concurrent training benefits in markers of metabolic syndrome and quality of life of morbidly obese patients. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17:6804.
79. 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. *J Nurs Midwifery Sci* 2018;5:123.
80. Park S-M, Kwak Y-S, Ji J-G. The effects of combined exercise on health-related fitness, endotoxin, and immune function of postmenopausal women with abdominal obesity. *J Immunol Res* 2015;2015.
81. Nuri R, Kordi MR, Moghaddasi M, Rahnema N, Damirchi A, Rahmani-Nia F, et al. Effect of combination exercise training on metabolic syndrome parameters in postmenopausal women with breast cancer. *J Cancer Ther* 2012;8:238.
82. Takhti M, Riyahi Malayeri S, Behdari R. Comparison of two methods of concurrent training and ginger intake on visfatin and metabolic syndrome in overweight women. *Razi J Med Sci* 2020;27:98-111.
83. Sadegh Eghbali F, Bijeh N, Attarzadeh Hoseini SR. Effect of eight weeks of combined training exercise with and without pomegranate concentrate consumption on metabolic syndrome indexes in obese and overweight middle-aged women. *Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility* 2016;19:16-24. [In Persian]
84. Vella CA, Taylor K, Drummer D. High-intensity interval and moderate-intensity continuous training elicit similar enjoyment and adherence levels in overweight and obese adults. *Eur J Sport Sci* 2017;17:1203-11.
85. 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. *Obes Rev* 2017;18:635-46.
86. Reljic D, Frenk F, Herrmann HJ, Neurath MF, Zopf Y. Effects of very low volume high intensity versus moderate intensity interval training in obese metabolic syndrome patients: a randomized controlled study. *Sci Rep* 2021;11:1-14.
87. Batacan RB, Duncan MJ, Dalbo VJ, Tucker PS, Fenning AS. Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. *Br J Sports Med* 2017;51:494-503.
88. Türk Y, Theel W, Kasteleyn M, Franssen F, Hiemstra P, Rudolphus A, et al. High intensity training in obesity: a Meta-analysis. *Obes Sci Pract* 2017;3:258-71.
89. Ramos JS, Dalleck LC, Borrani F, Beetham KS, Wallen MP, Mallard AR, et al. Low-volume high-intensity interval training is sufficient to ameliorate the severity of metabolic syndrome. *Metab Syndr Relat Disord* 2017;15:319-28.
90. 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. *J Aging Phys Act* 2020;28:987-95.
91. Serrablo-Torrejon I, Lopez-Valenciano A, Ayuso M, Horton E, Mayo X, Medina-Gomez G, et al. High intensity interval training exercise-induced physiological changes and their potential influence on metabolic syndrome clinical biomarkers: a meta-analysis. *BMC Endocr Disor* 2020;20:1-12.

92. 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 Metab J* 2016;42:433-41.
93. Crabtree DR, Chambers ES, Hardwick RM, Blannin AK. The effects of high-intensity exercise on neural responses to images of food. *Am J Clin Nutr* 2014;99:258-67.
94. Hovsepian V, Marandi SM, Esfarjani F, Zavar R, Sadeghi M. The Effect of all-extremity high-intensity interval training on plasma pentraxin 3 in young overweight and obese women. *Int J Prev Med* 2021;12:141.
95. Guio de Prada V, Ortega JF, Morales-Palomo F, Ramirez-Jimenez M, Moreno-Cabañas A, Mora-Rodriguez R. Women with metabolic syndrome show similar health benefits from high-intensity interval training than men. *PloS One* 2019;14:e0225893.
96. Steckling FM, Farinha JB, Figueiredo FdC, Santos DLD, Bresciani G, Kretzmann NA, et al. High-intensity interval training improves inflammatory and adipokine profiles in postmenopausal women with metabolic syndrome. *Arch Physiol Biochem* 2019;125:85-91.
97. shakerin a, gaeini a, choobineh S. Comparing Effects of a 12-Week Aerobic Interval Training with and without Fennel on Metabolic Syndrome Indices and Estrogen Metabolites in Obese and Menopausal Women. *Iran J Nutr Sci Food Technol* 2020;15:45-54.