مجله دانشکده پزشکی اصفهان
سال سی و سوم/شماره ۳۲۲/هفته دوم فروردین ماه ۱۳۹٤

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۸/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۷

اثر ۱۲ هفته محدودیت کالری با و بدون فعالیت ورزشی هوازی بر شاخص‌های پروکسیدانتی و آنتی‌اکسیدانی زنان یائسه‌ی مبتلا به دیابت نوع دوم

رخشان عمادی[۱]، دکتر سعید کشاورز[۲]، دکتر رضا روزبهانی[۳]، ایمان مردانی[۴]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: چاقی و شیوه‌ی زندگی کم تحرک با افزایش استرس اکسیداتیو همراه است. هدف از مطالعه‌ی حاضر، ارزیابی اثرات ۱۲ هفته محدودیت کالری با و بدون فعالیت ورزشی هوازی بر روی شاخص‌های پروکسیدانتی و آنتی‌اکسیدان‌ها در زنان یائسه‌ی چاق و دارای اضافه وزن مبتلا به دیابت نوع دوم بود.

روش‌ها: ۷۲ زن یائسه‌ی کم تحرک چاق و دارای اضافه وزن مبتلا به دیابت نوع دوم (سن: ۱/۲ ± ۵۳/۷ سال، شاخص توده‌ی بدنی ۱/۷ ± ۳۳/۹ کیلوگرم/مترمربع) به صورت تصادفی و کنترل شده در دو گروه فقط رژیم غذایی با محدودیت کالری متوسط (شامل پروتئین بالا، ۵۵۰۰ کیلوژول در روز برای از دست دادن وزن ۱۴–۸ کیلوگرم) (۳۷ نفر) و گروه رژیم غذایی با محدودیت کالری متوسط همراه با فعالیت ورزشی (۳۵ نفر) قرار گرفتند. گروه رژیم غذایی به اضافه‌ی فعالیت ورزشی، علاوه بر داشتن ۱۲ هفته برنامه‌ی طراحی شده‌ی رژیم غذایی با محدودیت کالری متوسط، یک برنامه‌ی فعالیت ورزشی هوازی شامل ۵۵–۳۰ دقیقه فعالیت ورزشی هوازی، ۵ بار در هفته با شدت ۵۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره‌ی بیشینه به مدت ۱۲ هفته نیز اجرا کردند. وزن بدن، شاخص توده‌ی بدنی، درصد چربی بدن، آمادگی قلبی– عروقی، شاخص‌های پروکسیدانتی و آنتی‌اکسیدانی شامل Malondialdehyde (MDA)، Superoxide dismutase (SOD) و Catalase (CAT) قبل و بعد از مداخله اندازه‌گیری شد. از روش تجزیه و تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد.

یافته‌ها: پس از ۱۲ هفته، کاهش قابل توجهی در وزن بدن، شاخص توده‌ی بدنی، درصد چربی بدن، سطح MDA و افزایش قابل توجهی در سطح اکسیژن مصرفی اوج، SOD و CAT در هر دو گروه مشاهده شد ($P < ۰/۰۵۰$). با این حال، این تغییرات فقط در مقادیر وزن، شاخص توده‌ی بدنی و اکسیژن مصرفی اوج بین دو گروه متفاوت بود ($P < ۰/۰۵۰$).

نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه‌ی حاضر نشان داد که رژیم غذایی با محدودیت کالری متوسط همراه با فعالیت ورزشی هوازی منظم می‌تواند تعادل پروکسیدان و آنتی‌اکسیدان را در زنان یائسه‌ی چاق و دارای اضافه وزن مبتلا به دیابت دوم را بهبود بخشد و از استرس اکسیداتیو ناشی از فعالیت ورزشی جلوگیری کند.

واژگان کلیدی: زنان یائسه، دیابت نوع دوم، آنتی‌اکسیدان، پروکسیدان، محدودیت کالری، فعالیت ورزشی

ارجاع: عمادی رخشان، کشاورز سعید، روزبهانی رضا، مردانی ایمان. **اثر ۱۲ هفته محدودیت کالری با و بدون فعالیت ورزشی هوازی بر شاخص‌های پروکسیدانتی و آنتی‌اکسیدانی زنان یائسه‌ی مبتلا به دیابت نوع دوم.** مجله دانشکده پزشکی اصفهان ۱۳۹۴؛ ۳۳ (۳۲۲): ۱۰۰–۱۱۳

۱- کارشناس ارشد، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف‌آباد، نجف‌آباد، ایران
۲- استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف آباد، نجف‌آباد، ایران
۳- استادیار، گروه پزشکی اجتماعی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۴- کارشناس ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
نویسنده‌ی مسؤول: رخشان عمادی
Email: rakhshan.emadi@yahoo.com

مقدمه

یائسگی قطع توانایی تولید مثل زن و یک تغییر طبیعی در زنان میانسال است که اغلب در اواخر دهه‌ی ۴۰ زندگی و یا ابتدای دهه‌ی ۵۰ با سیگنال‌های پایان دوران باروری زن همراه می‌باشد و در نقطه‌ی مقابل قاعدگی قرار دارد. یائسگی بیشتر به رحم و عدم وجود جریان قاعدگی یا دوره مرتبط است، اما می‌توان با دقت بیشتری آن را به قطع دایم عملکرد تخمدان و عدم تولید تخمک ارتباط داد. دوران یائسگی و پس از آن، تغییری طبیعی در زندگی زنان است و نه یک بیماری یا اختلال. البته درجات متغیری از عوارض را به همراه دارد و می‌توان آن را دوره‌ی دشوار زندگی برای برخی افراد دانست (۱).

یائسگی از سه مرحله‌ی «پیش، هنگام و پس از یائسگی» تشکیل شده است. اصطلاح پیش یائسگی که به معنای واقعی کلمه به معنی حول و حوش یائسگی است، به سال‌های دوران ابتدایی یائسگی و محدوده‌ی زمانی قبل و بعد از آخرین جریانات قاعدگی اشاره دارد. با توجه به جامعه‌ی یائسگی آمریکای شمالی، این انتقال می تواند بین ۸-۴ سال دوام داشته باشد. اصطلاح یائسگی مربوط به دورانی است که فرد جریانات قاعدگی را از دست می‌دهد و بعضی مواقع دچار تغییرات و عوارض دردناک قاعدگی می‌شود. اصطلاح پس یائسگی (Postmenopause)، توصیف زنانی است که عادت ماهیانه را به مدت حداقل ۱۲ ماه تجربه نکرده‌اند. یائسگی را در زنان بدون رحم می توان از طریق آزمایش خون با مشاهده‌ی سطح بسیار بالای FSH (Follicle stimulating hormone) تشخیص داد (۲). دیابت ملیتوس یک اختلال متابولیک شایع و گسترده در دنیا می باشد که با افزایش قند خون، ترشح ناکافی انسولین و یا اختلال عملکرد انسولین همراه است (۳). طبق بررسی‌های به عمل آمده، ایران از جمله کشورهایی است که به میزان زیادی در معرض افزایش خطر ابتلا به دیابت قرار دارد (۴).

چاقی به عنوان یک مشکل بهداشت عمومی شناخته شده است و افراد دارای اضافه وزن حدود ۲۰ درصد از جمعیت جهان را به خود اختصاص می‌دهند. وضعیت پس از یائسگی در زنان با شیوع چاقی در ارتباط است و ۴۴ درصد از زنان پس از یائسگی دچار اضافه وزن می‌شوند که از میان آن‌ها، ۲۳ درصد چاق هستند (۵). چاقی اغلب با بیماری‌های دیگری از جمله دیابت ملیتوس، چربی خون و پرفشاری خون ارتباط دارد. علاوه بر این، چاقی خطر ابتلا به سرطان های زنان و زایمان، بیماری های قلبی- عروقی، ترومبوآمبولی وریدی، آرتروز و درد مزمن کمر و پشت را افزایش می‌دهد (۵).

یک بررسی جامع توسط انجمن بین‌المللی یائسگی نشان داده است که یائسگی به خودی خود عامل چاقی نمی‌باشد. با این حال، تغییرات هورمونی در یائسگی با تغییر در توزیع چربی همراه است و منجر به چاقی به خصوص در ناحیه‌ی شکم می‌شود (۶). با فرارسیدن یائسگی، میزان متابولیسم پایه کاهش می‌یابد و فرد برای پیشگیری از چاق شدن لازم است میزان کالری دریافتی خود را کاهش دهد.

استرس اکسیداتیو، عدم تعادل بین تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن و ظرفیت دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن می‌باشد که به شدت با دیابت و عوارض آن در ارتباط است. رادیکال های آزاد به طور

کنترل نشده‌ای در بیماران مبتلا به دیابت به وسیله‌ی اکسیداسیون گلوکز، گلیکاسیون غیر آنزیماتیک پروتئین‌ها و به دنبال آن تخریب اکسیداتیو پروتئین‌های گلیکوله ایجاد می‌گردد (۷). افزایش سطوح رادیکال‌های آزاد و کاهش هم‌زمان مکانیسم‌های دفاعی در برابر آن می‌تواند منجر به صدمه بافت‌ها و آنزیم‌ها شود و پراکسیداسیون لیپیدی و مقاومت به انسولین را افزایش دهد (۸). آنزیم‌های ضد اکسایشی شامل سوپراکسید دیسموتاز (Superoxide dismutase یا SOD)، کاتالاز (Catalase یا CAT) و گلوتاتیون پراکسیداز (Glutathione peroxidase یا GSH-Px) اولین خط دفاعی در برابر حمله‌ی انواع رادیکال‌های فعال اکسیژن می‌باشند. مواد ضد اکسایشی مثل ویتامین E و C و سایر گیاهانی که خاصیت آنتی اکسیدانی دارند، خط دفاعی بعدی را تشکیل می‌دهند (۹). در تحقیقی نشان داده شد که استرس اکسیداتیو هنگام ابتلا به هر دو نوع دیابت (نوع یک و نوع دو) و حتی در غیاب عوارض دیابت، در خون افزایش می‌یابد و درمان با آنتی‌اکسیدان‌هایی همچون ویتامین E و ملاتونین منجر به کاهش عوارض دیابت می‌شود (۷).

تحقیقات متعددی گزارش کرده‌اند که مواد ضد اکسایشی درونزا (آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی) در شرایط فیزیولوژیک و پاتولوژیک گوناگون از جمله فعالیت ورزشی شدید، تمرین در ارتفاع زیاد، عدم تحرک و بسیاری از بیماری‌ها (مانند دیابت)، نمی‌توانند به طور کامل از آسیب اکسایشی جلوگیری کنند. در چنین مواقعی نقش مواد آنتی اکسیدانی رژیم غذایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۹). محدودیت کالری (Caloric restriction یا CR) و یا محدود کردن میزان کالری دریافتی، یک رژیم غذایی است که در آن مصرف کالری کم می‌شود (۱۰). CR بدون سوء تغذیه در میان چند گونه‌ی حیوانی مانند ماهی، جوندگان و سگ منجر به کاهش سرعت روند پیری بیولوژیک، حفظ طولانی‌تر جوانی و افزایش متوسط طول عمر می‌گردد (۱۰). اثرات دراز مدت CR با مصرف کافی مواد مغذی بر روی انسان ناشناخته است (۱۱).

زنان اغلب در دوران یائسگی به دنبال توصیه‌های پزشکی، مبادرت به مصرف دارو برای کنترل ناراحتی‌ها و پیشگیری از عوارض شدید این دوران می‌کنند که ممکن است دستگاه ادراری و تناسلی، اسکلتی، قلبی- عروقی و سیستم عصبی را تحت تأثیر قرار دهد (۱۲). پژوهشی مشخص کرد که فرمولاسیون‌های جدید در حال استفاده برای درمان کلی شکایات یائسگی، پای آنتی‌اکسیدان‌ها را به میان می‌آورد؛ چرا که شواهد گسترده‌ای حاکی از افزایش فشار اکسیداتیو در زنان پس از یائسگی است. این مشاهدات امکان تجویز آنتی‌اکسیدان‌ها را به دلیل اثرات مفید بالینی بر روی بیماران بالا برد؛ چرا که تجویز آنتی‌اکسیدان‌ها در شرایط آزمایشگاهی در توافق کامل با استروژن قرار دارد. این مطلب نیاز به مطالعات پایه و بالینی بیشتر بر روی استرس اکسیداتیو را در دوران یائسگی نشان می‌دهد (۱۲).

با افزایش سن به ویژه بعد از یائسگی، میزان استرس اکسیداتیو، لیپیدهای خون و چربی بدن بیشتر می‌شود. استرس اکسیداتیو نقش مهمی در افزایش بیماری‌های قلبی- عروقی مانند پرفشاری خون، آترواسکلروز، دیابت، هیپرتروفی قلبی و سکته‌ی قلبی ایفا می‌کند که با افزایش سطوح

گونه‌های اکسیژن واکنشی (Reactive oxygen species یا ROS) همراه است (۱۳). تحقیقات نشان داده‌اند که زنان یائسه‌ی ۵۵-۴۵ سال دارای میزان استرس اکسیداتیو، CAT و فشار خون بالاتر و همچنین فعالیت SOD کمتری در مقایسه با زنان غیر یائسه هستند (۱۴). همچنین افزایش وزن ناشی از یائسگی و ارتباط مثبت آن با سطوح بالای استرس اکسیداتیو، CAT و میزان پایین SOD گزارش شده است (۱۵). بر اساس شواهد، کنترل پرفشاری خون، خطر مرگ و یا سکته ی قلبی را در افراد مسن، جوان و یا مبتلا به پرفشاری خون کاهش می‌دهد (۱۶).

بی‌تحرکی عامل خطر مستقلی برای مقاومت انسولینی و دیابت نوع ۲ می‌باشد (۱۷). نتایج حاصل از مطالعات گزارش کرده‌اند که فعالیت ورزشی به تنهایی دارای فواید متعددی همچون بهبود حساسیت انسولین، کاهش هموگلوبین گلیکوزیله و افزایش اوج اکسیژن مصرفی است (۱۷، ۳) که در بیشتر مواقع تمرینات هوازی (با کاهش میزان استرس اکسیداتیو) برای افراد مبتلا به دیابت مناسب‌تر و ایمن‌تر می‌باشد (۱۸). در همین زمینه، Kostic و همکاران افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی به دنبال فعالیت ورزشی را در افراد مبتلا به دیابت بیان نمودند (۱۹).

داشتن فعالیت ورزشی به عنوان یکی از شیوه‌های مناسب زندگی، با تغییرات مطلوبی در فشار خون، متابولیسم چربی، وزن بدن و استرس برشی (Shear stress) همراه است (۱۴)؛ به طوری که مطالعه‌ی Seo و همکاران نشان داد ۱۵ هفته تمرین هوازی و مقاومتی با شدت ۶۰ درصد ضربان قلب حداکثر، باعث کاهش سطوح پلاسمایی مالون دی‌آلدئید (Malondialdehyde یا MDA) در زنان یائسه‌ی سالم می‌شود (۲۰). با این وجود، ۸ هفته برنامه‌ی تای‌چی با کاهش غیر معنی‌داری در فشار خون و عدم تغییر در سطوح SOD و CAT زنان یائسه همراه بود (۲۱). از این‌رو، با توجه به گستردگی جمعیت افراد مسن و شیوع روزافزون پرفشاری خون در جهان و تأثیر مثبت فعالیت ورزشی بر کاهش و یا کنترل پرفشاری خون (۲۱، ۱۵) و نقش استرس اکسیداتیو در افزایش فشار خون و عوارض پاتولوژیک آن (۲۲، ۱۴)، مطالعه‌ی حاضر با هدف ارزیابی تأثیر ۱۲ هفته محدودیت کالری متوسط با و بدون فعالیت ورزشی هوازی بر شاخص‌های پروکسیدانتی و آنتی‌اکسیدانی در زنان یائسه‌ی دارای اضافه وزن یا چاق مبتلا به دیابت نوع دوم انجام گردید.

روش‌ها

این پژوهش نیمه تجربی بر روی زنان یائسه‌ی کم تحرک و دارای اضافه وزن یا چاق مبتلا به دیابت نوع دوم و در محدوده‌ی سنی ۶۷-۵۵ سال انجام شد. از میان جامعه ی آماری، ۷۲ نفر زن یائسه‌ی کم تحرک، بدون هیچ گونه سابقه‌ی فعالیت ورزشی منظم و با میانگین و انحراف استاندارد سن ۱/۲ ± ۵۳/۷ سال و شاخص توده‌ی بدنی ۱/۷ ± ۳۳/۹ کیلوگرم/مترمربع به عنوان نمونه انتخاب شدند. تمام آزمودنی ها تحت نظر پزشک از داروی متفورمین با دوز تجویزی استفاده کردند و از نظر برنامه ی غذایی تحت کنترل بودند. طی یک جلسه‌ی توجیهی، اطلاعات جامع و کاملی در مورد تحقیق، اهداف و مدت زمان آن و روش های انجام فعالیت ورزشی در اختیار آزمودنی ها قرار گرفت و از نحوه و زمان خونگیری نیز مطلع شدند. آزمودنی ها با آگاهی کامل و پس از تکمیل فرم

رضایت نامه مبنی بر شرکت داوطلبانه، در پژوهش شرکت نمودند.

بر اساس پرسش‌نامه ی سلامت (۱۷)، زنان مبتلا به کم کاری تیروئید، بیماری‌های قلبی- عروقی، کبدی، کلیوی و ریوی به جز دیابت و هر نوع ضایعه‌ی جسمی و ارتوپدی از مطالعه کنار گذاشته شدند و بقیه‌ی زنان در صورت تمایل به شرکت در مطالعه، انتخاب شدند. برای بررسی سابقه ی فعالیت ورزشی (عدم مشارکت در فعالیت های ورزشی منظم طی سه سال قبل از انجام تحقیق) از پرسش‌نامه‌ی میزان فعالیت بدنی روزانه (۱۸) استفاده شد. پس از این‌که کم تحرکی افراد توسط داده‌های پرسش‌نامه‌ی فعالیت بدنی قطعی گردید، افراد به صورت تصادفی و کنترل شده در دو گروه فقط رژیم غذایی با محدودیت کالری متوسط (۳۷ نفر) و گروه رژیم غذایی با محدودیت کالری متوسط همراه با فعالیت ورزشی (۳۵ نفر) قرار گرفتند.

ویژگی‌های پیکرسنجی شامل قد و وزن، شاخص توده‌ی بدنی و درصد چربی اندازه‌گیری شد. وزن آزمودنی‌ها با استفاده از ترازوی Seca (ساخت کشور آلمان) با دقت ۱۰۰ گرم و حداقل لباس و با مثانه‌ی خالی و نیز دور کمر و دور لگن برای تعیین نسبت دور شکم به دور لگن با متر نواری اندازه گیری گردید. درصد چربی بدن با استفاده از کالیپر لانچ (ساخت کشور ژاپن) و روش سه نقطه‌ای (شکم، سه سر بازو و فوق خاصره) توسط فرمول Jackson و Pollock محاسبه شد (۲۳). برای اندازه‌گیری اکسیژن مصرفی اوج نیز پروتکل Naughton بر روی تردمیل مورد استفاده قرار گرفت (۲۴).

هر دو گروه از رژیم غذایی با محدودیت کالری متوسط (شامل ۵۵۰۰ کیلوژول در روز و پروتئین بالا برای از دست دادن وزن ۱۴-۸ کیلوگرم) زیر نظر کارشناس تغذیه به مدت ۱۲ هفته پیروی نمودند. به طور کلی علاوه بر میان وعده‌ها، محتوای درشت مغذی‌ها در سه وعده‌ی غذایی اصلی در هر دو گروه شامل ۴۰ درصد پروتئین، ۲۰ درصد چربی و ۴۰ درصد کربوهیدرات بود. افراد در گروه رژیم غذایی با محدودیت کالری متوسط و فعالیت ورزشی هوازی، برنامه‌ی فعالیت ورزشی هوازی خود را (۵۵-۳۰ دقیقه ورزش هوازی، ۵ بار در هفته با شدت ۵۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره ی بیشینه) به مدت ۱۲ هفته زیر نظر کارشناس فیزیولوژی ورزشی شروع کردند.

آزمودنی ها در ابتدای هر جلسه با راه رفتن ملایم تا سریع و کشش‌های ایستا و پویا و حرکات نرمشی ساده به مدت ۱۵-۱۰ دقیقه بدن خود را گرم می‌کردند، سپس به تمرین اصلی شامل حرکات ایروبیک ساده (جابه‌جایی‌ها، تک حرکتی مجزا برای اندام فوقانی، تحتانی و تنه) و ترکیبی با شدت اولیه ی ۵۰ درصد ضربان قلب ذخیره‌ی بیشینه به مدت ۱۵ دقیقه در هفته‌ی اول پرداختند که در هفته‌ی دوازدهم به ۵۵ دقیقه با ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره رسید. زمان و شدت تمرین مورد نظر، هر دو هفته ۵ درصد افزایش می‌یافت. آزمودنی‌ها در پایان هر جلسه بدن خود را با ۱۵ دقیقه راه رفتن، کشش های ایستا و پویای نشسته و خوابیده سرد می‌کردند. به مشارکت کنندگان توصیه شده بود که در طول ۱۲ هفته اجرای برنامه‌ی تمرینی، از شرکت در هر گونه فعالیت ورزشی دیگر خودداری کنند. حداکثر ضربان قلب از فرمول ۲۲۰ منهای سن و ضربان قلب

تمرین با استفاده از فرمول Karvonen محاسبه و شدت تمرین در هر جلسه نیز از طریق ضربان‌سنج پلار (مدل F11 ساخت کشور فنلاند) کنترل شد. عمل سرد کردن در انتهای هر جلسه با اجرای دوی نرم و حرکات کششی و نرمشی به مدت ۱۰ دقیقه انجام می‌گرفت.

یک روز قبل از شروع برنامه‌ی تمرینی، ۵ سی سی نمونه‌ی خون مشارکت کنندگان به عنوان پیش‌آزمون جمع‌آوری شد. پس از آن آزمودنی‌ها موظف به رعایت رژیم غذایی با محدودیت کالری طراحی شده برای آن‌ها و انجام منظم تمرینات هوازی (۵ جلسه در هفته) با شدت ۵۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره‌ی بیشینه بودند. در پایان هفته‌ی دوازدهم و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه‌ی فعالیت ورزشی و پس از ۱۲ ساعت حالت ناشتا، به دلیل پیشگیری از تأثیر التهاب حاد ناشی از فعالیت ورزشی بر سطح سرمی شاخص های پروکسیدانتی و آنتی‌اکسیدانی MDA، SOD و CAT، دوباره به میزان ۵ سی‌سی خون از ورید بازویی دست چپ آزمودنی‌ها توسط متخصص آزمایشگاه گرفته شد. نمونه‌های خونی در لوله های آزمایش حاوی ماده‌ی ضد انعقاد ریخته شد و سپس جهت جداسازی پلاسما از خون، به مدت ۱۰ دقیقه در دستگاه سانتریفوژ با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه قرار گرفت. پلاسمای به دست آمده جهت اندازه‌گیری مقادیر MDA، SOD و CAT در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد منجمد گردید.

سطح CAT سرم بر اساس روش اسپکتروفتومتری پیشنهاد شده توسط Goth (۲۵) اندازه‌گیری شد. در این روش سرم به محلول حاوی آب اکسیژنه، اضافه و سرعت تجزیه آب اکسیژنه توسط اندازه‌گیری جذب رنگ زرد حاصل از ترکیب آن با معرف مولیبدات آمونیوم محاسبه می‌گردد. برای سنجش فعالیت SOD از روش Paoletti استفاده شد (۲۶) و سطح MDA توسط روش مورد استفاده‌ی Jain و همکاران (۲۷) اندازه‌گیری شد.

از آمار توصیفی و استنباطی جهت بررسی یافته های تحقیق در گروه های مختلف، از آزمون Kolmogorov-Smirnov جهت بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها، از آزمون Paired t برای بررسی تغییرات درون گروهی و از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری برای تعیین مقایسه‌ی میانگین‌های بین دو گروه استفاده گردید. در نهایت داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۲۰ (version 20, SPSS Inc., Chicago, IL) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. $P < ۰/۰۵$ به عنوان سطح معنی‌داری برای تمام محاسبات در نظر گرفته شد.

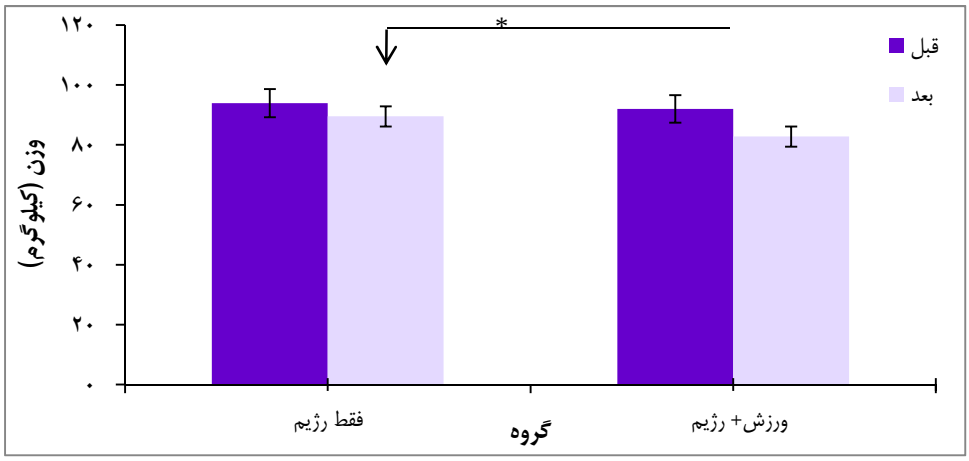
یافته‌ها

میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های بدنی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌های گروه‌های مورد مطالعه در شکل‌های ۱ تا ۴ آمده است. در شکل‌های ۵ تا ۷ نیز میانگین و انحراف معیار شاخص‌های پروکسیدانتی و آنتی‌اکسیدانی ارایه شده است.

بر اساس یافته‌های شکل‌های ۱ و ۲، کاهش معنی‌داری در مقدار وزن بدن و شاخص توده‌ی بدنی در هر دو گروه قبل و بعد از ۱۲ هفته مداخله مشاهده شد ($P < ۰/۰۰۱$)؛ با این حال، اثرات بین گروهی با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری تفاوت معنی‌داری را در مقادیر وزن و شاخص

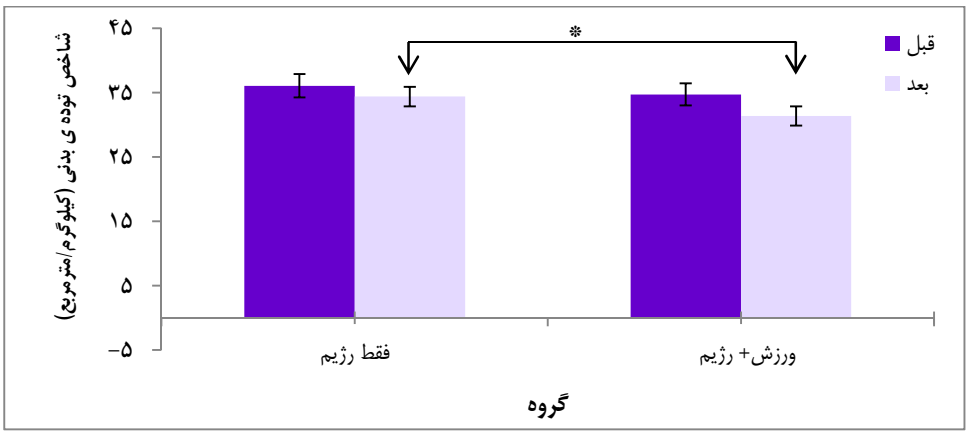
توده‌ی بدنی بین دو گروه نشان داد (P < ۰/۰۰۱). در شکل ۳ اگرچه کاهش معنی‌داری در مقادیر چربی بدن در هر دو گروه قبل و بعد از ۱۲ هفته مداخله وجود داشت (P < ۰/۰۵۰)، اما اثرات بین گروهی با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری تفاوت معنی‌داری را در مقادیر متغیر درصد چربی بدن بین دو گروه نشان نداد (P > ۰/۰۵۰).

بر اساس یافته‌های شکل ۴، تفاوت معنی‌داری بین اکسیژن مصرفی اوج هر دو گروه قبل از مطالعه وجود نداشت (P > ۰/۰۵۰)؛ در حالی که افزایش معنی‌داری در میزان اکسیژن مصرفی اوج در گروه محدودیت کالری همراه با فعالیت ورزشی در مقایسه با گروه فقط رژیم غذایی با محدودیت کالری پس از ۱۲ هفته مداخله مشاهده شد (P < ۰/۰۵۰). شکل ۵ نشان می‌دهد که هر دو گروه رژیم غذایی با محدودیت کالری همراه فعالیت ورزشی (۲۷ درصد) و گروه فقط رژیم غذایی با محدودیت کالری (۲۲ درصد) کاهش معنی‌داری را در سطوح MDA پس از ۱۲ هفته مداخله نشان دادند، اما تفاوت سطوح MDA بین دو گروه معنی‌دار نبود (P > ۰/۰۵۰).



شکل ۱. مقایسه‌ی بین میانگین و انحراف معیار وزن در گروه‌های مورد مطالعه

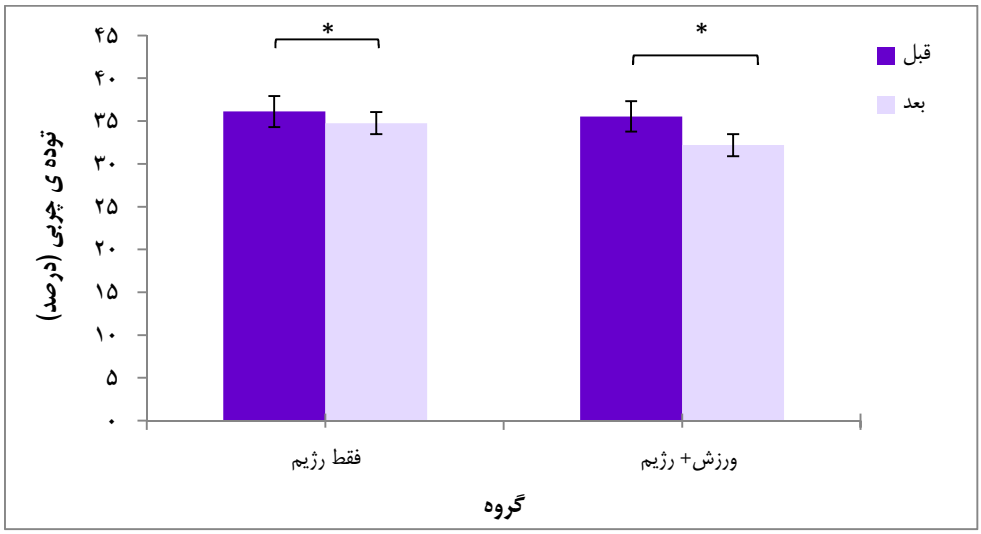
P < ۰/۰۰۱*



شکل ۲. مقایسه‌ی میانگین و انحراف معیار شاخص توده‌ی بدنی در گروه‌های مورد مطالعه

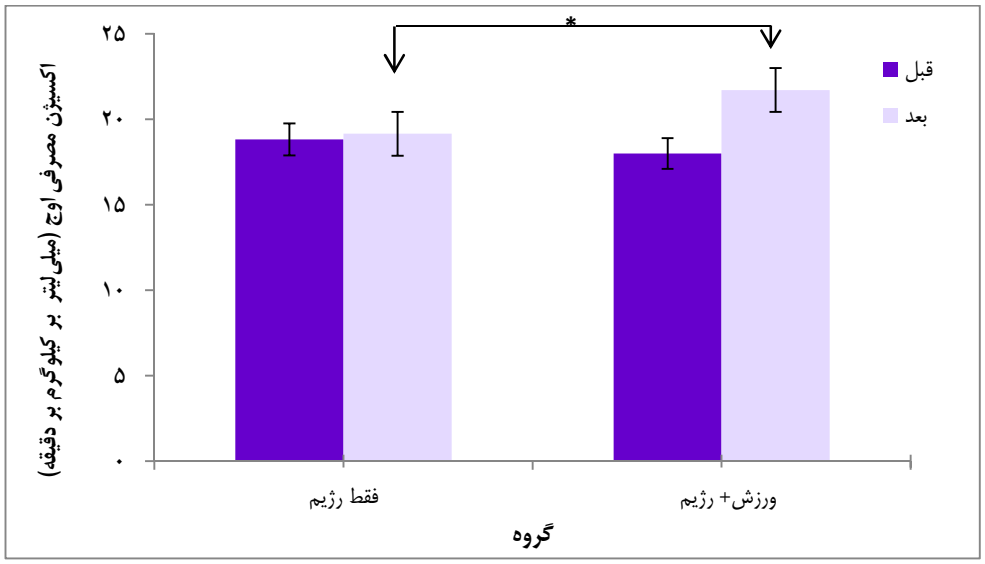
P < ۰/۰۰۱*

یافته‌های شکل ۶ حاکی از آن است که دو گروه رژیم غذایی با محدودیت کالری همراه فعالیت ورزشی (۳۹ درصد) و گروه فقط رژیم غذایی با محدودیت کالری (۲۷ درصد) پس از ۱۲ هفته مداخله، افزایش معنی‌داری را در سطوح CAT نداشتند، با این حال تفاوت معنی‌داری بین سطوح CAT در دو گروه مشاهده نشد ($P < ۰/۰۵۰$). طبق یافته‌های شکل ۷، هر دو گروه رژیم غذایی با محدودیت کالری همراه فعالیت ورزشی (۱۶ درصد) و گروه فقط با محدودیت رژیم غذایی (۱۳ درصد) پس از ۱۲ هفته مداخله افزایش معنی‌داری را در سطوح SOD نشان دادند و تفاوت بین دو گروه معنی‌دار نبود ($P < ۰/۰۵۰$).



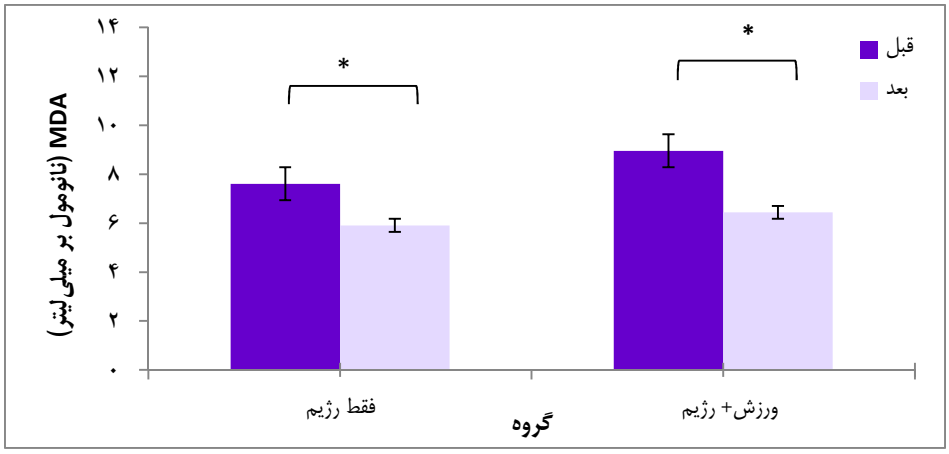
شکل ۳. مقایسه‌ی میانگین و انحراف معیار درصد چربی بدن در گروه‌های مورد مطالعه

$P < ۰/۰۰۱^*$



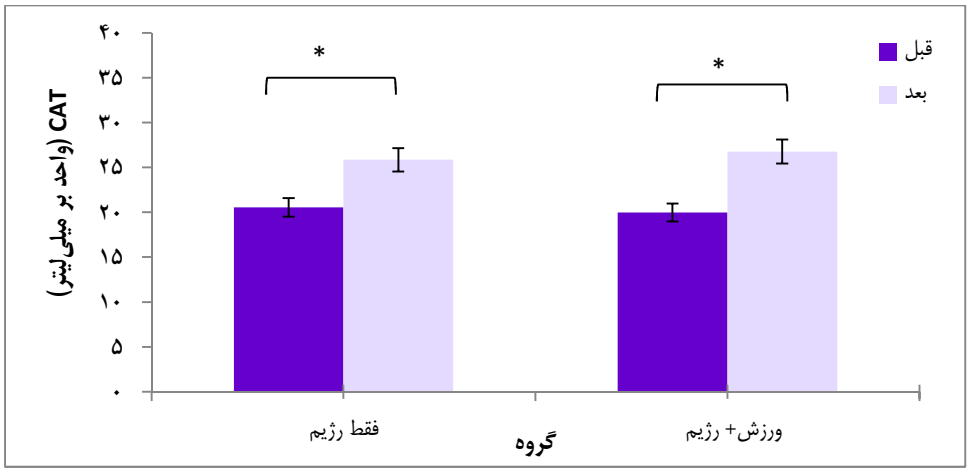
شکل ۴. مقایسه‌ی میانگین و انحراف معیار اکسیژن مصرفی اوج در گروه‌های مورد مطالعه

$P < ۰/۰۰۱^*$



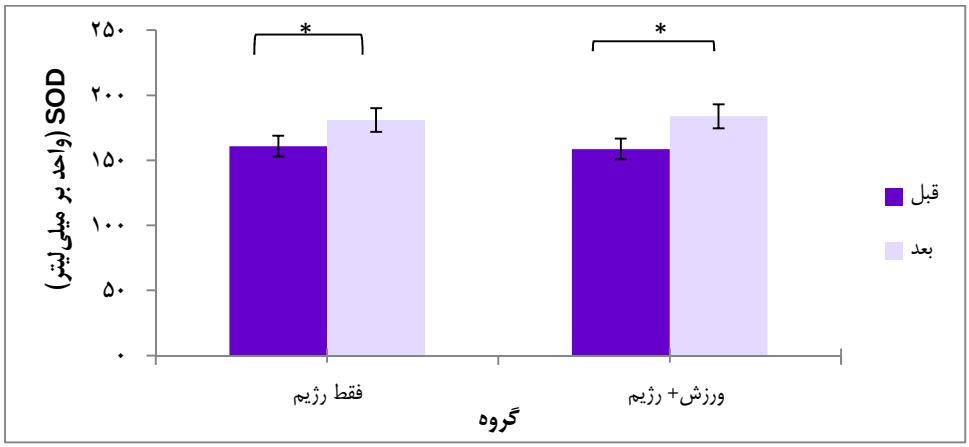
شکل ۵. مقایسه‌ی میانگین و انحراف معیار سطوح MDA (Malondialdehyde) در گروه‌های مورد مطالعه

$P < ۰/۰۰۱^{*}$



شکل ۶. مقایسه‌ی میانگین و انحراف معیار سطوح CAT (Catalase) در گروه‌های مورد مطالعه

$P < ۰/۰۰۱^{*}$



شکل ۷. مقایسه‌ی میانگین و انحراف معیار سطوح SOD (Superoxide dismutase) در گروه‌های مورد مطالعه

$P < ۰/۰۰۱^{*}$

بحث

در مطالعه‌ی حاضر بعد از ۱۲ هفته، کاهش معنی‌داری در وزن بدن، شاخص توده‌ی بدنی، درصد چربی بدن، سطوح MDA پلاسمایی به عنوان شاخص پراکسیداسیون لیپیدی و افزایش معنی‌داری در غلظت SOD، فعالیت آنزیم CAT و اکسیژن مصرفی اوج در زنان یائسه‌ی مبتلا به دیابت در هر دو گروه مشاهده شد. یافته‌های تحقیقات فرزانگی و همکاران (۲۸) و Arora و همکاران (۲۹) با نتایج مطالعه‌ی حاضر مطابقت داشت. همچنین مشخص شد که زنان یائسه‌ی مبتلا به دیابت دارای سطح بالایی از MDA بودند که ۱۲ هفته محدودیت کالری همراه با فعالیت ورزشی هوازی باعث کاهش معنی‌دار (۲۷ درصد) آن گردید. این نتایج با یافته‌های Seo و همکاران (۲۰)، فرزانگی و همکاران (۲۸)، Arora و همکاران (۲۹)، Hsu و همکاران (۳۰)، Chen و همکاران (۳۱) همسو است. Seo و همکاران بیان کردند که ۱۵ هفته تمرین هوازی و مقاومتی با شدت ۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب، با کاهش سطوح پلاسمایی MDA در زنان یائسه‌ی سالم همراه است (۲۰).

نتایج مطالعه‌ی فرزانگی و همکاران نشان داد که ۶ هفته تمرین هوازی، سطح بالای MAD را به طور معنی‌داری کاهش می‌دهد (۲۸). Arora و همکاران نیز به این نتیجه رسیدند که زنان یائسه دارای سطوح MDA بالایی هستند (۲۹). Hsu و همکاران گزارش نمودند که اجرای ۱۲ هفته برنامه ی ورزشی هوازی، با کاهش معنی دار سطح MDA همراه است (۳۰). Chen و همکاران کاهش میزان MDA را پس از ۱۲ هفته تمرینات تای‌چی در افراد چاق مبتلا به دیابت ملیتوس مشاهده نمودند (۳۱).

Wycherley و همکاران در تحقیق خود اشاره کردند که میزان MDA پس از ۱۲ هفته تمرینات هوازی افزایش می‌یابد (۳۲) که با یافته‌های مطالعه‌ی حاضر همخوانی ندارد. از جمله دلایل احتمالی تناقض موجود می‌توان به شدت تمرین اشاره کرد که در پژوهش حاضر تمرین مورد استفاده با شدت متوسط انجام گرفت. مطالعات نشان می‌دهند که انجام تمرینات هوازی با شدت بالا باعث افزایش تولید رادیکال‌های آزاد و با سرکوب سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی، موجب ایجاد استرس اکسایشی می‌شود (۲۰). واکنش رادیکال‌های آزاد با غشای سلول‌ها منجر به تولید MDA می‌گردد که امکان اندازه‌گیری غیر مستقیم استرس اکسایشی را فراهم می‌آورد. از گزارش‌های موجود چنین استنباط می‌شود که بر حسب نوع و شدت فعالیت بدنی و میزان آمادگی افراد و سازگاری آنان به تمرینات ورزشی می‌توان افزایش، کاهش یا عدم تغییر مقدار MDA را پس از تمرین انتظار داشت (۱۹).

همچنین ۱۲ هفته تمرین هوازی با محدودیت کالری باعث افزایش معنی‌دار (۳۹ درصد) مقدار آنزیم SOD شد. فرزانگی و همکاران در مطالعه‌ی خود گزارش کردند که ۶ هفته تمرین هوازی موجب افزایش سطح SOD می‌شود (۲۸) که با نتایج تحقیق حاضر مشابهت دارد. بر اساس پژوهش Hsu و همکاران، اجرای ۱۲ هفته برنامه‌ی ورزشی Baduanjin با افزایش معنی‌دار سطح SOD در زنان میانسال همراه بود (۳۰). همچنین Shrivastava و همکاران مشاهده کردند که زنان یائسه دارای سطوح پایین SOD هستند (۱۴). در مقابل، Palasuwan و همکاران پس از ۸ هفته تمرین تای‌چی تغییری در

سطوح SOD گزارش نکردند (۲۱).

در تحقیق حاضر مشخص شد که زنان یائسه‌ی مبتلا به دیابت دارای سطوح پایین CAT می‌باشند که ۱۲ هفته محدودیت کالری همراه با فعالیت ورزشی هوازی موجب افزایش سطوح این آنزیم شد. فرزانگی و همکاران به این نتیجه رسیدند که ۶ هفته تمرین هوازی، سطح پایین CAT را به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد (۲۸). Arora و همکاران (۲۹) و Shrivastava و همکاران (۱۴) نیز به این نتیجه رسیدند که زنان یائسه دارای سطوح پایین CAT بودند. تحقیق Palasuwan و همکاران تغییری را در سطوح CAT پس از ۸ هفته تمرین تای‌چی گزارش نکرد (۲۱) که با نتیجه‌ی مطالعه‌ی حاضر مطابقت ندارد.

پژوهشی نشان داد که سطوح بالاتر CAT در زنان یائسه ممکن است نشان دهنده‌ی کاهش سطوح GSH باشد (۲۷). علاوه بر این، کاهش معنی دار فشار خون سیستولی و دیاستولی زنان یائسه ی مبتلا به پرفشاری خون که در تمرینات شرکت داشتند، با کاهش سطوح استرس اکسایشی همراه بود (۳۳، ۱۵) که این تأثیرات حمایتی ورزش را می‌توان تا حدی از مسیر بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی توجیه نمود. نتایج تحقیق Wycherley و همکاران پس از ۱۲ هفته محدودیت کالری در هر دو گروه دارای فعالیت ورزشی و بدون فعالیت ورزشی حاکی از کاهش سطح MDA و کاهش وزن بدن بود (۳۲) و با مطالعه‌ی حاضر که محدودیت کالری بر کاهش استرس اکسیداتیو مؤثر بود، همخوانی داشت. Pamplona و همکاران نیز در مطالعه‌ی خود بیان کردند که پس از ۴ ماه محدودیت کالری، استرس اکسیداتیو و سطح MDA به طور معنی‌داری کاهش یافت (۳۴).

تکرار جلسات تمرینی با شدت متوسط از طریق القای تغییرات متعدد در سطح سلول می‌تواند تولید پراکسیدانت‌ها را افزایش و استرس اکسیداتیو را به طور مؤثری کاهش دهد. مقاومت در مقابل استرس اکسیداتیو سبب طبیعی شدن pH بافت‌ها و در نتیجه مهار رهایی آهن از ترانسفرین می‌شود که این امر می‌تواند از بافت‌ها در مقابل پراکسیدانت‌ها حمایت نماید (۳۵). بنابراین تمرینات طولانی مدت می‌توانند فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی را در سلول‌های اریتروسیت و بافت‌ها (۳۰، ۲۰) افزایش دهند و با پاکسازی ROS، از آسیب سلولی جلوگیری کنند (۳۵). همچنین با توجه به ارتباط معکوس فعالیت SOD و فشار خون (۱۴)، فعالیت ورزشی ممکن است از طریق افزایش این آنتی‌اکسیدان‌ها نیز منجر به کاهش فشار خون در افراد مبتلا به پرفشاری خون شود. از سوی دیگر، با توجه به تأیید ارتباط علی- معلولی استرس اکسیداتیو (۳۳) و پرفشاری خون و التهاب (۲۲)، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ۱۲ هفته تمرین هوازی منظم با شدت متوسط، باعث کاهش معنی‌دار وزن بدن، شاخص توده‌ی بدنی، نسبت دور کمر، درصد چربی بدن و سطوح MDA پلاسمایی به عنوان شاخص پراکسیداسیون لیپیدی و افزایش معنی‌دار غلظت SOD و فعالیت آنزیم CAT و VO_2 Peak در زنان شد و این اثر حمایتی ممکن است نتیجه‌ی افزایش دفاع آنتی‌اکسیدانی و کاهش استرس اکسیداتیو ناشی از فعالیت ورزشی باشد.

در یک نتیجه‌گیری کلی، به نظر می‌رسد فعالیت

ورزشی هوازی همراه با محدودیت کالری در کاهش شاخص‌های استرس اکسیداتیو و افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان‌ها مؤثر باشد که این عوامل در بهبود وضعیت جسمانی و عوامل سلامت زنان یائسه‌ی دارای اضافه وزن و چاق مبتلا به دیابت نوع دوم مؤثر است و در کاهش بعضی عوارض دردناک دوران یائسگی نقش مهمی ایفا می‌کند.

تشکر و قدردانی

از حمایت‌های مادی و معنوی معاونت تحقیقات و فن‌آوری و گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد و زحمات کلیه‌ی پزشکان متخصص مرکز سلامت اصفهان و شرکت کنندگانی که ما را در انجام تحقیق حاضر یاری رساندند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

References

1. Kerr D, Morton A, Dick I, Prince R. Exercise effects on bone mass in postmenopausal women are site-specific and load-dependent. J Bone Miner Res 1996; 11(2): 218-25.
2. Harlow SD, Gass M, Hall JE, Lobo R, Maki P, Rebar RW, et al. Executive summary of the Stages of Reproductive Aging Workshop + 10: addressing the unfinished agenda of staging reproductive aging. Menopause 2012; 19(4): 387-95.
3. Golbidi S, Badran M, Laher I. Antioxidant and anti-inflammatory effects of exercise in diabetic patients. Exp Diabetes Res 2012; 2012: 941868.
4. Rashidlamir A, Alizadeh A, Ebrahimiatri A, Dastani M. The effect of four-week period of aerobic exercise with cinnamon consumption on lipoprotein indicates and blood sugar in diabetic female patients (type 2). J Shaheed Sadoughi Univ Med Sci 2013; 20(5): 605-14. [In Persian].
5. Lambrinoudaki I, Brincat M, Erel CT, Gambacciani M, Moen MH, Schenck-Gustafsson K, et al. EMAS position statement: managing obese postmenopausal women. Maturitas 2010; 66(3): 323-6.
6. Davis SR, Castelo-Branco C, Chedraui P, Lumsden MA, Nappi RE, Shah D, et al. Understanding weight gain at menopause. Climacteric 2012; 15(5): 419-29.
7. Chis IC, Ungureanu MI, Marton A, Simedrea R, Muresan A, Postescu ID, et al. Antioxidant effects of a grape seed extract in a rat model of diabetes mellitus. Diab Vasc Dis Res 2009; 6(3): 200-4.
8. Alipour M, Salehi I, Ghadiri SF. Effect of exercise on diabetes-induced oxidative stress in the rat hippocampus. Iran Red Crescent Med J 2012; 14(4): 222-8.
9. Naghizadeh H, Banparvari M, Salehikia A. Effect of one course exercise with consumption vitamin E on antioxidant status and cardiovascular risk factors. Zahedan J Res Med Sci 2010; 12(1): 33-9. [In Persian].
10. Anderson RM, Shanmuganayagam D, Weindruch R. Caloric restriction and aging: studies in mice and monkeys. Toxicol Pathol 2009; 37(1): 47-51.
11. Spindler SR. Biological effects of calorie restriction: implications for modification of human aging. In: Fahy GM, West MD, Coles S, Harris SB, editors. The future of aging. New Dordrecht, Netherlands: Springer Netherlands; 2010. p. 367-438.
12. Pansini F, Mollica G, Bergamini CM. Management of the menopausal disturbances and oxidative stress. Curr Pharm Des 2005; 11(16): 2063-73.
13. Crist BL, Alekel DL, Ritland LM, Hanson LN, Genschel U, Reddy MB. Association of oxidative stress, iron, and centralized fat mass in healthy postmenopausal women. J Womens Health (Larchmt) 2009; 18(6): 795-801.
14. Shrivastava V, Singh S, Singh N, Sapre S. Status of antioxidant enzymes and trace metals in postmenopausal women. J Obstet Gynecol India 2005; 55(1): 64-6.
15. Mittal PC, Kant R. Correlation of increased oxidative stress to body weight in disease-free post menopausal women. Clin Biochem 2009; 42(10-11): 1007-11.
16. Maas AH, Franke HR. Women's health in menopause with a focus on hypertension. Neth Heart J 2009; 17(2): 68-72.
17. Botezelli JD, Cambri LT, Ghezzi AC, Dalia RA, PP MS, Ribeiro C, et al. Different exercise protocols improve metabolic syndrome markers, tissue triglycerides content and antioxidant status in rats. Diabetol Metab Syndr 2011; 3: 35.
18. Gordon LA, Morrison EY, McGrowder DA, Young R, Fraser YT, Zamora EM, et al. Effect of exercise therapy on lipid profile and

oxidative stress indicators in patients with type 2 diabetes. BMC Complement Altern Med 2008; 8: 21.
19. Kostic N, Caparevic Z, Marina D, Ilic S, Radojkovic J, Cosic Z, et al. Clinical evaluation of oxidative stress in patients with diabetes mellitus type II -- impact of acute exercise. Vojnosanit Pregl 2009; 66(6): 459-64.
20. Seo DY, Lee SR, Kim HK, Baek YH, Kwak YS, Ko TH, et al. Independent beneficial effects of aged garlic extract intake with regular exercise on cardiovascular risk in postmenopausal women. Nutr Res Pract 2012; 6(3): 226-31.
21. Palasuwan A, Suksom D, Margaritis I, Soogarun S, Rousseau AS. Effects of tai chi training on antioxidant capacity in pre- and postmenopausal women. J Aging Res 2011; 2011: 234696.
22. Paravicini TM, Touyz RM. NADPH oxidases, reactive oxygen species, and hypertension: clinical implications and therapeutic possibilities. Diabetes Care 2008; 31(Suppl 2): S170-S180.
23. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. Br J Nutr 1978; 40(3): 497-504.
24. Evans CH, White RD. Exercise testing for primary care and sports medicine physicians. New York, NY: Springer; 2009.
25. Goth L. A simple method for determination of serum catalase activity and revision of reference range. Clin Chim Acta 1991; 196(2-3): 143-51.
26. Paoletti F, Mocali A. Determination of superoxide dismutase activity by purely chemical system based on NAD(P)H oxidation. Methods Enzymol 1990; 186: 209-20.
27. Jain SK, McVie R, Duett J, Herbst JJ. Erythrocyte membrane lipid peroxidation and glycosylated hemoglobin in diabetes. Diabetes 1989; 38(12): 1539-43.
28. Farzanegi P, Habibian M, Kaftari A. Effect of 6-weeks aerobic exercise training on oxidative stress and enzymatic antioxidants in postmenopausal women with hypertension: case study. J Mazandaran Univ Med Sci 2014; 23(108): 134-6. [In Persian].
29. Arora KS, Gupta N, Singh RA, Nagpal S, Arora D. Role of free radicals In menopausal distress. J Clin Diagn Res 2009; (3): 1900-2.
30. Hsu MC, Wang TS, Liu YP, Liu CF. Effects of Baduanjin exercise on oxidative stress and antioxidant status and improving quality of life among middle-aged women. Am J Chin Med 2008; 36(5): 815-26.
31. Chen CJ, Wang WY, Wang XL, Dong LW, Yue YT, Xin HL, et al. Anti-hypoxic activity of the ethanol extract from Portulaca oleracea in mice. J Ethnopharmacol 2009; 124(2): 246-50.
32. Wycherley TP, Brinkworth GD, Noakes M, Buckley JD, Clifton PM. Effect of caloric restriction with and without exercise training on oxidative stress and endothelial function in obese subjects with type 2 diabetes. Diabetes Obes Metab 2008; 10(11): 1062-73.
33. Higashi Y, Yoshizumi M. Exercise and endothelial function: role of endothelium-derived nitric oxide and oxidative stress in healthy subjects and hypertensive patients. Pharmacol Ther 2004; 102(1): 87-96.
34. Pamplona R, Portero-Otin M, Requena J, Gredilla R, Barja G. Oxidative, glycoxidative and lipoxidative damage to rat heart mitochondrial proteins is lower after 4 months of caloric restriction than in age-matched controls. Mech Ageing Dev 2002; 123(11): 1437-46.
35. Yeo S, Davidge ST. Possible beneficial effect of exercise, by reducing oxidative stress, on the incidence of preeclampsia. J Womens Health Gend Based Med 2001; 10(10): 983-9.

Journal of Isfahan Medical School Received: 16.11.2014

Vol. 33, No. 322, 2nd Week, April 2015 Accepted: 06.02.2015

The Effects of 12 Weeks of Caloric Restriction with and without Aerobic Exercise Training on Peroxidant and Antioxidants Indicators in Postmenopausal Women with Type 2 Diabetes

Rakhshan Emadi MSc[1], Saeed Keshavarz PhD[2], Reza Rouzbahani MD, MPH[3], Iman Mardani MSc[4]

Original Article

Abstract

Background: Obese and sedentary lifestyles are associated with increased oxidative stress. The purpose of the present study was to assess the effects of 12 weeks of caloric-restricted diet with and without aerobic exercise training on peroxidant and antioxidants indicators in overweight or obese postmenopausal women with type 2 diabetes.

Methods: In a randomized, controlled trial study, 72 overweight or obese, postmenopausal, sedentary women with type 2 diabetes (age: 53.7 ± 1.2 years and body mass index: 33.9 ± 1.7 kg/m^2) were randomized to a diet only group (n = 37) with moderate energy-restricted high-protein diet (include ~5500 kJ/day), or to a diet plus exercise group (n = 35). In addition to the moderate energy-restricted diet program for the planned weight loss of 14-8 kg), subjects in diet only group performed an exercise training program included 30-55 minutes of aerobic exercise, 5 times in week with 50-75% of observed maximal heart rate for 12 weeks. Body weight, body mass index (BMI), waist to hip ratio (WHR), body fat (%), cardiorespiratory fitness, peroxidant and antioxidants indicators including malondialdehyde (MDA), superoxide dismutase (SOD), and catalase (CAT) were measured before and after intervention. Repeated measures ANOVA were used for data analysis.

Findings: After 12 weeks, significant reductions in body weight, BMI, WHR, body fat (%), MDA levels and significant increases in VO_2 peak, SOD and CAT levels were observed in both groups ($P < 0.050$ for all). However, these changes were different in body weight, BMI and VO_2 peak between the two groups ($P < 0.050$ for all).

Conclusion: The results of the present study showed that moderate energy-restricted diet program combined with regular aerobic exercise can improve peroxidant and antioxidant balance in overweight or obese postmenopausal women with type 2 diabetes and can prevent exercise-induced oxidative stress.

Keywords: Postmenopausal women, Type 2 diabetes, Antioxidant, Peroxidant, Caloric restriction, Exercise

Citation: Emadi R, Keshavarz S, Rouzbahani R, Mardani I. **The Effects of 12 Weeks of Caloric Restriction with and without Aerobic Exercise Training on Peroxidant and Antioxidants Indicators in Postmenopausal Women with Type 2 Diabetes.** J Isfahan Med Sch 2015; 33(322): 100-13

1- Department of Physical Education and Sport Sciences, Islamic Azad University, Najafabad Branch, Najafabad, Iran
2- Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Islamic Azad University, Najafabad Branch, Najafabad, Iran
3- Assistant Professor, Department of Community and Preventive Medicine, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
4- Department of Physical Education and Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran
Corresponding Author: Rakhshan Emadi, Email: rakhshan.emadi@yahoo.com