مجله‌ی غدد درون‌ریز و متابولیسم ایران
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی شهید بهشتی
دوره‌ی بیست و دوم، شماره‌ی ۶، صفحه‌های ۴۶۸ ـ ۴۵۹ (بهمن ـ اسفند ۱۳۹۹)

مقاله‌ی پژوهشی

تاثیر آرایش تمرین‌های ترکیبی بر نشانگرهای استرس اکسایشی زنان چاق بی‌تحرک

عاطفه عزتی[۱]، دکتر سیروان آتشک[۲]، دکتر رضا رشدی بناب[۱]

۱) گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد بناب، دانشگاه آزاد اسلامی، بناب، ایران، ۲) گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران، **نشانی مکاتبه‌ی نویسنده‌ی مسئول:** گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران، دکتر سیروان آتشک، e-mail: S.atashak@iau-mahabad.ac.ir

چکیده

مقدمه: چاقی و سبک زندگی بی‌تحرک با بروز استرس اکسایشی و بیماری‌های مرتبط با آن همراه است. با این حال نتایج پژوهش‌ها بیانگر این است که، انجام تمرین‌های ورزشی منظم نقش مهمی در کاهش سطوح استرس اکسایشی ناشی از چاقی دارد. بنابراین هدف از مطالعه‌ی حاضر مقایسه‌ی تاثیر آرایش تمرین‌های ترکیبی بر نشانگرهای استرس اکسایشی زنان چاق بی‌تحرک بود. مواد و روش‌ها: در مطالعه‌ی نیمه تجربی ۴۵ زن چاق بی‌تحرک (۴۰–۲۵ سال) به طور تصادفی در یکی از سه گروه کنترل، ترکیبی مقاومتی+استقامتی (**R+E**) و ترکیبی استقامتی+مقاومتی (**E+R**) قرار گرفتند. برنامه‌های تمرینی دوازده هفته و سه جلسه در هفته انجام شد، به طوری‌که بخش فعالیت استقامتی شامل دویدن روی تردمیل (با شدت ۷۵–۵۵ درصد **HRmax**) و بخش فعالیت مقاومتی بر روی ایستگاه‌های منتخب مقاومتی (با شدت ۷۵–۵۵ درصد **1RM**) انجام گرفت. نمونه‌های خونی و ترکیب بدنی آزمودنی‌ها در دو مرحله قبل و بعد از تمرین مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. برای بررسی داده‌ها، آزمون‌های آماری تحلیل کواریانس و بونفرونی استفاده شد. یافته‌ها: نتایج نشان داد که دوازده هفته تمرین ورزشی ترکیبی باعث کاهش معنادار سطوح مالون دی آلدئید (**MDA**) و افزایش معنادار نشانگرهای آنتی‌اکسیدانی سوپراکسیددسموتاز (**SOD**) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام پلاسما (**TAC**) در زنان چاق می‌شود (**P<۰/۰۵**). با این حال، تفاوتی بین دو آرایش **E+R** و **R+E** مشاهده نشد (**P>۰/۰۵**). نتیجه‌گیری: یافته‌های مطالعه نشان داد که انجام تمرین ورزشی ترکیبی (مستقل از آرایش اجرای فعالیت) روش درمانی موثری برای تعدیل استرس اکسیداتیو ناشی از چاقی در زنان چاق بی‌تحرک است.

واژگان کلیدی: آنتی‌اکسیدان، تمرینات ورزشی، چاقی، استرس اکسایشی، زنان

دریافت مقاله: ۹۹/۱۲/۱۳ـ دریافت اصلاحیه: ۱۴۰۰/۴/۲۱ ـ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۵/۴

مقدمه

چاقی نوعی اختلال مزمن و پیچیده‌ی چند عاملی (عوامل ژنتیکی- محیطی) است که با تجمع بیش از حد چربی در بدن همراه است.[۱] گزارش‌های اخیر بیانگر این است که شیوع چاقی در کشورهای در حال توسعه؛ به دلیل تغییرات سبک زندگی، تقریباً سه برابر افزایش یافته است.[۲] نتایج مطالعه‌ی فراتحلیلی صورت گرفته بر روی داده‌های ملی در کشور ما نیز؛ بیانگر افزایش قابل ملاحظه‌ی شیوع چاقی در بین بزرگسالان ایرانی بوده، که در این بین سهم زنان، به دلیل تفاوت‌های فیزیولوژیکی و سطح کمتر فعالیت بدنی، بیش از مردان است.[۳] لذا برای ایجاد بستری مناسب برای پیشگیری از چاقی و عوارض ناشی از آن، درک عواملی که در ایجاد چاقی موثر هستند ضروری به نظر می‌رسد. در این راستا؛ اغلب مطالعه‌های همه‌گیرشناسی، بالینی و آزمایشگاهی افزایش سطوح استرس اکسیداتیو در شرایط چاقی را به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مکانیسم‌های درگیر در بیماری‌زایی چاقی و بیماری‌ها مرتبط با آن گزارش کرده‌اند.[۴] در واقع چاقی از طریق سازوکارهای مختلف بیوشیمیایی، از قبیل

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.6.3.0]

تولید سوپراکسید ناشی از اکسیداز NADPH[i]، فسفوریلاسیون هوازی، اکسیداسیون خودکار گلیسرآلدئید، فعال‌سازی پروتئین کیناز C و مسیرهای پلیول و هگزوزامین، می‌تواند باعث ایجاد استرس اکسیداتیو سیستمیک در بدن شود.[۵] از طرفی به نظر می‌رسد که ROS[ii] نیز می‌تواند در افزایش آدیپوژنز و تغییر تولید چربی‌های سلولی نقش داشته باشد، که بیان‌گر رابطه‌ی ذاتی بین استرس اکسیداتیو و چاقی می‌باشد.[۶] در حقیقت، اگرچه سطوح پایین ROS برای عملکردهای فیزیولوژیکی طبیعی سلولی-عروقی؛ از جمله بیان ژن، رشد سلولی، دفاع در برابر عفونت و تعدیل عملکرد اندوتلیال ضروری است،[۷] با این حال شواهدی وجود دارد که چاقی با افزایش تولید بیش از حد رادیکال های آزاد و مواد واکنشی منجر به آسیب لیپیدها، پروتئین ها و DNA[iii] و هم چنین تغییر در عملکردهای سلولی و سیگنالینگ می‌شود. به نظر می‌رسد که استرس اکسیداتیو، همراه با وضعیت التهابی ناشی از چاقی، سازوکار مهمی برای توضیح ارتباط بین چاقی و اختلالات و بیماری های مزمن می‌باشد.[۸]

پژوهش‌های متعددی سطوح پایین‌تر نشان‌گرهای سیستم آنتی‌اکسیدانی (مانند SOD[v],TAC[iv]) را در افراد چاق در مقایسه با افراد با وزن طبیعی گزارش کرده‌اند و همبستگی مثبت و معناداری بین شاخص توده بدنی (BMI[vi]) و نشان‌گرهای زیستی استرس اکسیداتیو هم‌چون مالون دی آلدئید (MDA[vii]) مشاهده شده است.[۶،۹] لذا، بهبود توانایی برای کاهش سطوح ROS و افزایش توان آنتی‌اکسیدانی بدن، ممکن است محافظت بهتری را در برابر اثرات زیان‌بار استرس اکسیداتیو در افراد چاق به‌همراه داشته باشد.[۱۰] در این راستا، با وجود این‌که طیف گسترده‌ای از استراتژی‌ها برای کاهش شیوع چاقی توصیه شده است، انجام فعالیت‌های بدنی منظم هم‌چنان به عنوان رایج‌ترین روش درمانی برای درمان چاقی و خطرات ناشی از آن مطرح است.[۶] با این‌حال، باید در نظر داشت که شدت، مدت و نوع برنامه‌های تمرینی می‌تواند آثار متفاوتی بر سطوح استرس اکسایشی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی داشته باشد.[۱۱] به علاوه، اگرچه تاثیر هر دو شیوه‌ی تمرینات سنتی استقامتی و مقاومتی بر روی وضعیت استرس اکسیداتیو به طور گسترده مورد بررسی قرار گرفته است،[۱۲] نتایج در رابطه با تاثیر آرایش تمرین‌های ترکیبی بر روی این نشانگرها، محدود و متناقض می‌باشد. سوارس[viii] و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که متعاقب ۱۶ هفته تمرینات ترکیبی در کنار بهبود آمادگی جسمانی و ظرفیت آنتی اکسیدانی تام، آسیب اکسیداتیو در مردان سالم کاهش پیدا می‌کند.[۱۳] به علاوه، صالحی[ix] و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه ی خود به این نتیجه دست یافتند که؛ اثرگذاری تمرین ترکیبی، در مقایسه با دو روش دیگر تمرین سنتی، بر نشانگرهای MDA و TAC و گلوتاتیون پراکسیداز به طور قابل توجهی بالاتر است.[۱۴] در حالی‌که نتایج گروهی دیگر از محققان بیان‌گر افزایش سطوح MDA و عدم تغییر در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پلاسما پس از انجام تمرینات ترکیبی در زنان دارای اضافه وزن بود.[۱۵]

از سوی دیگر، نظر به این که سازوکار سازگاری سلولی- مولکولی القا شده توسط فعالیت‌های ورزشی مقاومتی و استقامتی متفاوت بوده و هر کدام از این روش‌ها مجموعه‌ای متفاوت از مسیرهای پیام‌دهی سلولی و بیان ژنی را فعال می‌کنند،[۱۶] ترتیب و آرایش فعالیت‌ها در برنامه تمرینات ترکیبی می‌تواند از عوامل اثرگذار بر سازگاری‌های صورت گرفته در تمرینات بوده و تداخل بین مسیرهای سیگنالینگ سلولی ممکن است منجر به بهبودهای ترجیحی یکی از حالت‌های تمرین شود.[۱۷] لذا نظر به افزایش شیوع چاقی و بیماری های مرتبط با آن در جامعه به ویژه در بین زنان (سهم زنان به دلیل تفاوت‌های فیزیولوژیکی در ترکیب و توزیع بافت چربی بدن و سطح کمتر فعالیت بدنی بالاتر است) و با توجه به این که تاثیر ترتیب انجام فعالیت‌ها در برنامه‌ی تمرینات ترکیبی به ندرت مورد مقایسه قرار گرفته و تناقض در یافته‌ها، مطالعه‌ی حاضر به بررسی مقایسه اثرات آرایش تمرینات ترکیبی بر برخی از نشانگرهای استرس اکسایشی زنان چاق بی‌تحرک می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

مطالعه‌ی حاضر از نوع نیمه‌تجربی با دو گروه تجربی و یک گروه کنترل با طرح پیش آزمون-پس آزمون بود که به شکل میدانی و آزمایشگاهی اجرا شد. بدین‌ترتیب با استفاده

i -Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate
ii -Reactive Oxygen Species
iii -Deoxyribonucleic Acid
iv- Total Antioxidant Capacity
v- Superoxide Dismutase
vi- Body Mass Index
vii -Malondialdehyde

viii- Soares
ix -Salehi

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.6.3.0]

از فراخوان از افراد واجد شرایط برای شرکت در تحقیق حاضر دعوت به همکاری شد واز بین داوطلبان بر اساس معیارهای ورود به مطالعه، تعداد ٤٥ زن چاق (دارای BMI برابر و بالاتر از ۳۰) بی‌تحرک با دامنه سنی ٤۰-۲۵ انتخاب شدند. کلیه ی شرکت کنندگان اطلاعات مکتوب در خصوص پژوهش و مراحل اجرای آن، که حاوی اهداف و خطرات احتمالی ناشی از مطالعه بود را دریافت و پس از مطالعه، فرم رضایت‌نامه کتبی را امضا کردند. آزمودنی‌ها بر اساس معیار ورود به پژوهش، سبک زندگی بی تحرکی داشته و هیچ‌گونه فعالیت ورزشی منظمی در طی شش ماه قبل از شروع پروتکل تمرین را نداشتند. هم‌چنین، آزمودنی‌ها مشکل جسمی و ارتوپدی که مانع از انجام برنامه تمرین باشد نیز نداشتند. داوطلبانی که سابقه ابتلا به بیماری‌های مزمن از قبیل بیماری های قلبی عروقی، دیابت، بیماری های ریوی و هرگونه وضعیت بیمارگونه شناخته شده را داشته و یا در حال مصرف هر گونه دارو و یا تحت هر نوع رژیم دارویی-غذایی دیگری قرار داشتند، و دارای سیکل قاعدگی نامنظم بودند، از جریان تحقیق خارج شدند. عدم همکاری لازم و غیبت بیش از سه جلسه در جلسات تمرینی نیز منجر به خروج داوطلبان از روند تحقیق می شد. تمام موارد اخلاقی در پژوهش حاضر رعایت شد و به آزمودنی ها اطمینان لازم در رابطه با محرمانه ماندن اطلاعات آن ها داده شد و به ایشان اعلام شد که هر زمان که خواستند می توانند از مطالعه و برنامه تمرینی خارج شوند. به‌علاوه، قبل از شروع پروتکل تمرین تایید کمیته اخلاق در پژوهش از دانشگاه آزاد اسلامی بناب با شماره IR.IAU.BONAB.1399.0711 اخذ شد. آزمودنی های منتخب در سه گروه همسان شامل تمرین ترکیبی استقامتی+مقاومتی (E+R) و تمرین مقاومتی+استقامتی (R+E)، و گروه کنترل جای گرفتند. لازم به ذکر است که روش نمونه‌گیری به صورت هدفمند و در دسترس بود و قرارگیری آزمودنی‌ها در گروه‌های مورد مطالعه به شکل تصادفی صورت گرفت. برای از بین بردن اثر تفاوت های فردی بر نتایج پژوهش، گروه های مورد مطالعه بر اساس برخی از متغیرهای فیزیولوژیکی از قبیل BMI و سن همگن شدند، به‌طوری‌که بر اساس تحلیل داده‌ها در ابتدای مطالعه گروه‌ها از نظر سن، قد، وزن، ترکیب بدنی و درصد چربی بدن همگن بوده و اختلاف معناداری با هم نداشتند (جدول ۱).

جدول ۱- داده‌های آنتروپومتری و دموگرافی آزمودنی‌های سه گروه در ابتدای تحقیق

متغیر / گروه	مقاومتی+استقامتی	استقامتی+مقاومتی	کنترل	معنی‌داری
تعداد	۱۵	۱۵	۱۵	-
سن (سال)	۳۱/٦۸±۳/۹٤	۳۲/٤۲±٥/۰۲	۳۳/٦٦±٤/٥۹	۰/٤۹۱
قد (سانتی‌متر)	۱٦۱/۹٦±٦/٤۷	۱٦۳/۱٦±٦/۳۲	۱٦۲/۹۳±۷/٦۳	۰/۸۷۹
وزن (کیلوگرم)	۸۰/٦۱±٦/۲۳	۸۲/٤٤±٦/۱۹	۸۳/۲٤±٦/۰۰	۰/٤۹۱
درصد چربی بدن	۳۲/٦٥±٤/۸٥	۳٤/٥۰±۳/۲٦	۳٥/۷۸±۳/۸٤	۰/۱۱٦
BMI (کیلوگرم برمتربع)	۳۰/٦۹±۰/۷٥	۳۰/۹٤±۱/۰۳	۳۱/۳٦±۱/۲۱	۰/۲۱۱

تفاوت معناداری در بین گروه‌ها وجود ندارد ($P<۰/۰٥$)؛ BMI: شاخص توده بدنی

سنجش‌های فیزیولوژیکی و عملکردی آزمودنی‌ها

آزمودنی ها یک هفته قبل از اجرای پژوهش در یک جلسه توجیهی درباره اهداف و روش‌های پژوهش، و هم‌چنین نحوه صحیح انجام حرکات ورزشی در مدت زمان اجرای پژوهش شرکت داشتند، سپس شاخص های فیزیولوژیکی و ترکیب بدنی آن ها مورد ارزیابی قرار گرفت. بر همین اساس وزن و قد آزمودنی ها با استفاده از ترازو و قد سنج سکا ساخت کشور آلمان اندازه گیری و میزان BMI با تقسیم وزن بدن (کیلوگرم) بر مجذور قد (متر مربع) محاسبه شد. دورکمر (WC[i])، دور لگن (HC[ii]) با استفاده از متر نواری قابل ارتجاع و در شرایط حداقل پوشش آزمودنی ها اندازه گیری و نسبت دور کمر به لگن (WHR[iii]) محاسبه شد. درصد چربی بدنی آزمودنی‌ها نیز از طریق اندازه‌گیری ضخامت چین پوستی در سه ناحیه و به وسیله کالیپر (یاگامی ساخت ژاپن) و فرمول برآوردی درصد چربی بدن جکسون[iv] و همکاران (۱۹۸۰)

i- Waist Circumference
ii -Hip Circumference
iii - Waist-Hip Ratio
iv -Jackson

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.6.3.0]

محاسبه شد.[۱۸] لازم به ذکر است که کلیه‌ی این اندازه‌گیری‌ها پس از پایان تمرینات نیز تکرار شد. در این راستا از آزمودنی ها درخواست شد که میزان پوشش خود را در هر دو بار تغییر نداده و در حالت ناشتا حضور یابند. به علاوه حداکثر ضربان قلب[i](HRmax) آزمودنی ها و حداکثر تکرار بیشینه (1RM[ii]) در ایستگاه‌های مقاومتی منتخب جهت کنترل شدت و اجرای تمرینات مورد ارزیابی قرار گرفت.

برنامه تمرین

افرادی که در گروه های تمرینی قرار گرفتند به مدت دوازده هفته (سه جلسه در هفته) به انجام تمرینات ورزشی ترکیبی به شکل پیش‌رونده، تحت نظارت پژوهش‌گر و همکاران پرداختند. در همین حال از گروه کنترل خواسته شد که بدون انجام فعالیت بدنی خاص به انجام فعالیت های معمولی و روزانه خود بپردازند. بخش تمرین استقامتی در برنامه ترکیبی شامل راه رفتن و دویدن بر روی تردمیل به مدت ۲۰ دقیقه و با شدت پیشرونده بود، به طوری‌که با شدت ۵۵ درصد HRmax در هفته اول شروع و در هفته آخر به ۷۵ درصد HRmax رسید. برنامه ی تمرین مقاومتی نیز شامل انجام ۳ ست از ایستگاه‌های پرس سینه، سیم کش، پرس شانه، خم شدن بازو، شکم، پرس پا، خم شدن پا و ساق پا ایستاده در هر جلسه بود که این بخش از تمرین نیز به صورت پیشرونده و در هفته اول با شدت ۵۵ درصد 1RM با ۱۵-۱۰ تکرار شروع و در پایان هفته دوازدهم با ۱۲-۸ تکرار و شدت ۷۵ درصد 1RM انجام گرفت.[۱۹] هم‌چنین جهت کنترل شدت تمرین و سازگاری ایجاد شده با بار تمرینی، 1RM شرکت‌کنندگان در پایان هر سه هفته مجدد اندازه‌گیری و بارهای تمرینی بر اساس آن تنظیم شد. لازم به ذکر است آزمودنی‌ها در هرجلسه قبل از شروع برنامه اصلی تمرین ۱۰ دقیقه را با شدت پایین و با استفاده از حرکات کششی و جهشی و پویا به گرم کردن اختصاص دادند و در پایان تمرین اصلی نیز ۱۰ دقیقه را به سرد کردن خود مشغول بودند. تفاوت برنامه دو گروه تمرین ترکیبی تنها در نوبت و آرایش اجرای تمرین‌ها بود. به این ترتیب که گروه تمرین E+R در ابتدا به اجرای تمرین استقامتی می پرداختند و پس از دو دقیقه استراحت تمرین مقاومتی را اجرا کردند، در حالی‌که افراد گروه R+E ابتدا تمرین مقاومتی و در ادامه تمرین استقامتی و دویدن روی تردمیل را انجام دادند.

i- Heart Rate Maximum
ii -One-repetition Maximum

اندازه‌گیری فاکتورهای بیوشیمیایی

جهت بررسی تاثیر تمرین‌های ورزشی بر شاخص‌های بیوشیمیایی مورد نظر، مقدار ۱۰ میلی لیتر نمونه خونی از ورید پیش آرنجی دست چپ آزمودنی ها پس از ۱۲-۱۰ ساعت ناشتایی و در دو مرحله پیش از شروع برنامه تمرینی و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی در محیط آزمایشگاه و پس از ۵ دقیقه استراحت کامل جمع آوری شد. سپس نمونه ها سانتریفیوژ شده (۱۲ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در هر دقیقه توسط دستگاه سانتریفیوژ ساخت هتیش[iii] آلمان) و سرم‌ها جدا و تا زمان آنالیز در میکروتیوپ‌های ۰/۵ میلی‌لیتری در دمای ۷۰- درجه سانتی گراد نگه‌داری شد. سپس اندازه‌گیری ظرفیت ضد اکسایشی تام، با استفاده از کیت شرکت رندوکس[iv] و طبق دستورالعمل کارخانه سازنده، با استفاده از روش میلر انجام گرفت. براساس این روش ۲۰ میکرولیتر کالیبراتور و نمونه‌ها با ۱ میلی‌لیتر کروموژن مخلوط شده به مدت ۳ دقیقه در دمای ۳۷ درجه نگه‌داری شدند. در ادامه نیز ۲۰۰ میکرولیتر از سوبسترا به کالیبراتور و نمونه اضافه گردید و جذب نهایی در طول موج ۶۰۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. اساس روش اندازه‌گیری MDA سرمی بر پایه واکنش با تیوباربیتوریک اسید[v] (TBA)، استخراج با بوتانل نرمال، اندازه‌گیری جذب نوری در طول موج ۵۳۲ نانومتر و در نهایت مقایسه جذب با منحنی استاندارد و با روش اسپکتروفتومتری صورت پذیرفت. هم‌چنین غلظت SOD بر اساس میکرو مول بر میلی لیتر با استفاده از کیت انسانی کایمن[vi] و روش الایزا با ضریب تغییرات دورنی ۳/۶ و حساسیت ۰/۰۷ میکروگرم بر میلی‌لیتر و با روش اسپکتوفتومتری اندازه گیری شد.

روش‌های تجزیه و تحلیل آماری

بررسی توزیع طبیعی داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف- اسمیرنوف و همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون مورد بررسی قرار گرفت. سپس، جهت استخراج نتایج و بررسی تغییرات بین گروه‌ها از آزمون آنالیز کواریانس (ANCOVA[vii]) و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده

iii- Hettich
iv- Randox
v -Thiobarbituric Acid
vi -Cayman Chemical
vii- Analysis of Covariance

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.6.3.0]

شد. کلیه محاسبات آماری در سطح معناداری ۰/۰۵ و با استفاده از نرم‌افزار SPSS24 انجام می‌شود.

یافته‌ها

اطلاعات دموگرافیک آزمودنی ها در ابتدای پژوهش، به تفکیک سه گروه و به صورت میانگین ± انحراف استاندارد، در جدول ۱ آورده شده است. نتایج آزمون تحلیل کواریانس بیانگر معنادار بودن اثر مداخله (p=۰/۰۰۱) و اثر گروه (p=۰/۰۰۱) بر شاخص‌های وزن، درصد چربی بدن، محیط کمر، BMI و WHR در بین سه گروه مورد مطالعه بود. به علاوه نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی بیانگر وجود تفاوت معنادار بین گروه‌ها و کاهش معنادار این شاخص‌ها در دو گروه تمرینی (از قبل به بعد تمرین) در مقایسه با گروه کنترل بود (p<۰/۰۰۱)، در حالی‌که بین دو روش تمرین ترکیبی R+E و E+R تفاوت معنادار مشاهده نشد (p>۰/۰۵).(جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه تغییرات بین گروهی و درون گروهی شاخص‌های ترکیب بدنی در سه گروه

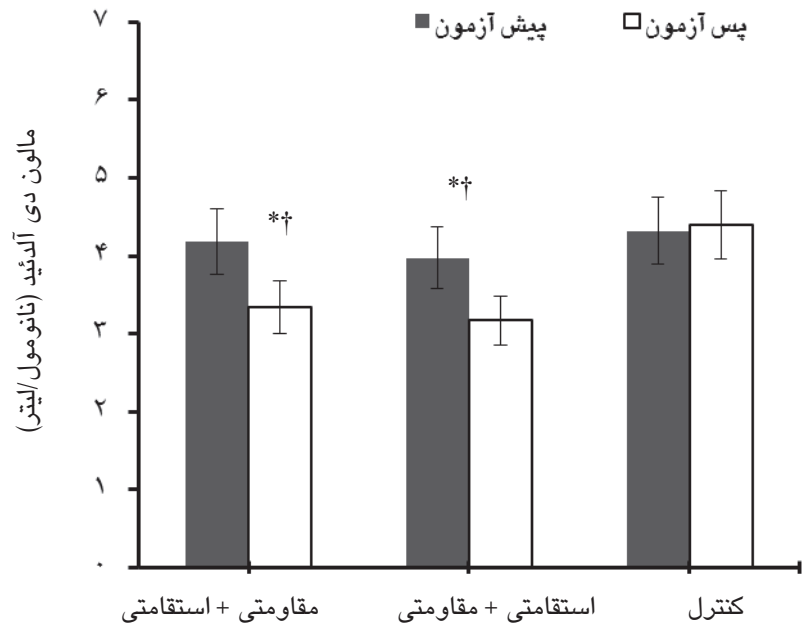
شاخص‌ها	گروه / مرحله	مقاومتی+استقامتی	استقامتی+مقاومتی	کنترل	مقدار P بین گروهی
وزن (کیلوگرم)	پیش آزمون	۸۰/۶۱±۶/۲۳	۸۲/۴۴±۶/۱۹	۸۳/۲۴±۶/۰۰	۰/۰۲۳ †
	پس آزمون	۷۷/۵۱±۶/۲۷	۷۸/۹۸±۵/۶۵	۸۳/۵۰±۵/۸۴	
	P درون گروهی	۰/۰۰۰*	۰/۰۰۰*	۰/۲۲۴	
BMI (کیلوگرم برمتربع)	پیش آزمون	۳۰/۶۹±۰/۷۹	۳۰/۹۴±۱/۰۳	۳۱/۳۶±۱/۲۱	۰/۰۰۰ †
	پس آزمون	۲۹/۵۱±۰/۸۰	۲۹/۶۴±۰/۸۳	۳۱/۴۷±۱/۳۰	
	P درون گروهی	۰/۰۰۰*	۰/۰۰۰*	۰/۱۸۵	
درصد چربی بدن	پیش آزمون	۳۲/۶۵±۴/۸۵	۳۴/۵۰±۳/۲۶	۳۵/۷۸±۳/۸۴	۰/۰۰۰ †
	پس آزمون	۳۰/۳۶±۴/۶۲	۳۱/۷۹±۲/۵۲	۳۵/۸۶±۳/۴۹	
	P درون گروهی	۰/۰۰۰*	۰/۰۰۰*	۰/۶۴۸	
دور کمر (سانتی‌متر)	پیش آزمون	۹۴/۶۳±۴/۲۶	۹۶/۷۵±۳/۵۴	۹۷/۷۷±۴/۶۶	۰/۰۰۰ †
	پس آزمون	۹۱/۸۷±۴/۲۴	۹۴/۱۰±۳/۰۳	۹۷/۶۴±۴/۴۹	
	P درون گروهی	۰/۰۰۰*	۰/۰۰۰*	۰/۵۳۱	
دور لگن (سانتی‌متر)	پیش آزمون	۹۸/۶۶±۳/۲۹	۹۹/۹۴±۵/۴۶	۱۰۰/۱۴±۵/۱۹	۰/۶۵۹
	پس آزمون	۹۸/۵۵±۳/۲۷	۹۹/۶۸±۵/۴۹	۱۰۰/۰۹±۵/۱۷	
	P درون گروهی	۰/۳۷۴	۰/۲۴۶	۰/۷۹۴	
WHR	پیش آزمون	۰/۹۵±۰/۰۳	۰/۹۶±۰/۰۴	۰/۹۷±۰/۰۳	۰/۰۰۸ †
	پس آزمون	۰/۹۳±۰/۰۳	۰/۹۴±۰/۰۴	۰/۹۷±۰/۰۲	

* تفاوت معنادار پیش تا پس آزمون در هر گروه؛ † تفاوت معنادار بین دو گروه تمرینی با گروه کنترل، BMI: شاخص توده بدنی ؛ WHR: نسبت دور کمر به لگن

بررسی تغییرات سطوح شاخص‌های MDA، SOD و TAC در قبل و بعد از مداخلات در گروه‌های مورد مطالعه، در نمودارهای شماره ۱ و ۲ و ۳ نشان داده شده است. نتایج حاصل از آزمون آنالیز کواریانس بیانگر معنا دار بودن اثر گروه در رابطه با نشانگر MDA در بین سه گروه مورد مطالعه بود (F=۲۳/۰۶۵; p<۰/۰۰۱). بررسی این یافته‌ها با استفاده از آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که محل این اختلاف بین دو گروه تمرینی با گروه کنترل بود (p<۰/۰۰۱) ، در حالی‌که بین دو روش تمرینی R+E و E+R تفاوت معنادار مشاهده نشد (p=۱/۰۰۰). هم‌چنین بررسی و مقایسه تغییرات سطوح SOD و TAC با استفاده ازآزمون ANCOVA بیانگر معنادار بودن اثر گروه (p<۰/۰۰۱) در رابطه با این دو نشانگر بود که تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون تعقیبی نشان داد که سطوح SOD و TAC بعد از اجرای هر دو روش تمرینی R+E و E+R به طور معناداری افزایش می‌یابد (P<۰/۰۰۱). سطوح این نشانگرها در گروه کنترل بدون تغییر معنادار باقی ماند (P>۰/۰۵).

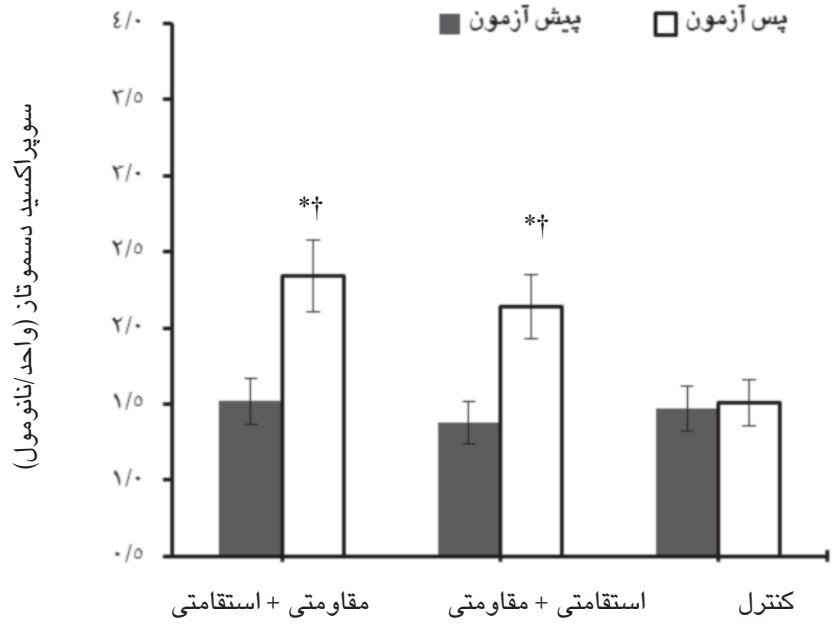
[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.6.3.0]



نمودار ۱- تغییرات شاخص مالون‌دی آلدئید (MDA) گروه‌ها در دو مرحله پیش آزمون-پس آزمون

*تفاوت معنادار درون گروهی (پیش تا پس آزمون) (P<۰/۰۵)، † تفاوت معنادار با گروه کنترل (P<۰/۰۵)

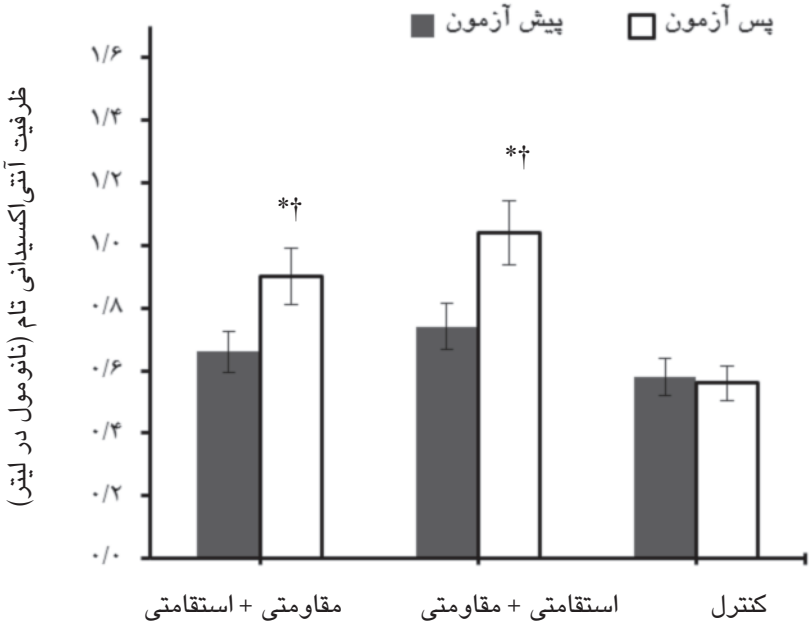


نمودار ۲- تغییرات نشانگر سوپراکسیددسموتاز (SOD) گروه‌ها در دو مرحله پیش آزمون- پس آزمون

*تفاوت معنادار درون گروهی (پیش تا پس آزمون) (P<۰/۰۵)،† تفاوت معنادار با گروه کنترل (P<۰/۰۵)

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.6.3.0]



نمودار ۳- تغییرات شاخص ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام (TAC) گروه‌ها قبل و پس از مداخله

* تفاوت معنادار درون گروهی (پیش تا پس آزمون) ($P<۰/۰۵$)، †تفاوت معنادار با گروه کنترل ($P<۰/۰۵$)

بحث

نتایج مطالعه‌ی حاضر نشان داد که اجرای هر دو آرایش تمرین های ترکیبی باعث کاهش سطوح شاخص استرس اکسایشی MDA در زنان چاق می‌شود. به علاوه سطوح نشان‌گرهای آنتی‌اکسیدانی SOD و TAC در گروه‌های تجربی پس از مداخله‌ی ورزشی افزایش معنادار پیدا کرد. اما لازم به ذکر است که میزان این تغییرات بین دو گروه تمرینی و با دو آرایش متفاوت اجرای تمرینات یکسان بود. در حقیقت علی‌رغم اینکه چاقی با افزایش تولید رادیکال‌های آزاد و بروز استرس اکسیداتیو همراه است و این افزایش سطوح استرس اکسیداتیو نقش مهمی در بیماری‌زایی چاقی و بیماری‌ها مرتبط با آن دارد[۸]، در مقابل انجام فعالیت بدنی منظم عامل مهمی در حفظ وضعیت بهینه سلامت، تعدیل سطوح استرس اکسایشی و جلوگیری از بیماری‌های مزمن در افراد چاق به شمار می‌رود.[۲۰] در این راستا همسو با نتایج تحقیق حاضر، دلاور[i] و همکاران (۲۰۱۷) تاثیر هشت هفته برنامه تمرینات ترکیبی با شدت متوسط را بر استرس اکسیداتیو و دفاع آنتی‌اکسیدانی پسران غیرفعال مورد مطالعه قرار داده و دریافتند که انجام این شیوه‌ی تمرینی باعث کاهش معنادار شاخص MDA و افزایش TAC شده و لذا از تولید بیش از اندازه رادیکال‌های آزاد در بدن جلوگیری می‌کند.[۲۱] در واقع نتایج مطالعات بیانگر این است که انجام فعالیت‌های ورزشی با شدت متوسط به واسطه بهبود دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن باعث کاهش وضعیت استرس اکسیداتیو و به تبع آن بیماری‌های مرتبط با آن می‌شود.[۲۲] هم‌چنین نشان داده شده که، اثرات مطلوب فعالیت‌های ورزش منظم در بهبود برخی از بیماری‌های مزمن از قبیل بیماری های قلبی عروقی در درجه اول به دلیل افزایش توانایی آنتی‌اکسیدانی و کاهش سطح استرس اکسیداتیو ناشی از ورزش است که متعاقباً منجر به حفظ تعادل ردوکس و هموستاز سلولی می‌شود.[۲۳] گروهی دیگر از محققان نیز با بررسی تاثیر برنامه‌ی تمرین‌های ترکیبی با شدت متوسط بر غلظت بیومارکرهای استرس اکسایشی مردان مسن، گزارش دادند که این روش تمرینی باعث کاهش معنادار غلظت نشان‌گر MDA می‌شود و لذا می‌تواند شیوه درمانی موثر و پیش‌گیرانه‌ای برای جلوگیری از بیماری‌های مرتبط با استرس اکسایشی در سالمندان غیرفعال و بی‌تحرک باشد.[۱۰]

i -Delavar

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.6.3.0]

شین[i] و همکاران (۲۰۱۱) نیز با به کارگیری ترکیبی از تمرین های هوازی و مقاومتی، شاهد افزایش ظرفیت TAC و آنزیم SOD و لذا بهبود وضعیت استرس اکسیداتیو بودند.[۲۴] به این ترتیب مشخص شده است که تمرینات ورزشی پیام قدرتمندی را برای راه‌اندازی رویدادهای مولکولی ارسال می‌کند که منجر به فعال شدن مسیرهای پیام‌دهی سلولی شده و فعال شدن آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، واسطه‌های ضد التهابی و هم‌چنین تنظیم مجدد فعالیت پروتئازوم را به همراه دارد که این امر باعث کاهش سطح استرس اکسیداتیو، افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و حفظ تعادل ردوکس و هموستاز سلولی می‌شود.[۲۵] لذا به نظر می‌رسد که انجام مداخلات ورزشی و به ویژه تمرین‌های ترکیبی از طریق سازوکارهای مختلف در کاهش غلظت MDA و افزایش نشانگرهای آنتی‌اکسیدانی نقش داشته باشد. در این راستا پیشنهاد شده است که افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن در جریان انجام فعالیت‌های ورزشی حاد با شدت مناسب، منجر به فعال شدن مسیرهای پیام‌دهی سلولی مهم؛ مانند میتوژن محرک پروتئین کیناز شده، که می‌تواند باعث رونویسی عوامل مختلف و افزایش بیان آنتی‌اکسیدان‌ها در بدن شود.[۲۶] هم‌چنین مشخص شده است که عامل هسته‌ای کاپا-بی (NF-kB[ii]) در پاسخ به تولید ROS ناشی از ورزش فعال شده، سپس در هسته جابجا شده و در آنجا فعالیت رونویسی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را افزایش می‌دهد و اثر محافظتی آن‌ها را در برابر تولید ROS تسریع می‌کند.[۲۷] به‌علاوه تنظیم زنجیره‌ی تنفسی میتوکندریایی نیز می‌تواند در افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی متعاقب انجام تمرین ورزشی منظم نقش داشته باشد.[۲۸] سازوکار احتمالی دیگر برای اثرگذاری ورزش، کاهش غلظت درون سلولی ROS و کاهش قابلیت اتصال NF-KB به DNA و نسخه‌برداری از ژن‌های درگیر در استرس اکسیداتیو و التهاب می‌باشد.[۲۶] از طرفی، از آنجایی که یکی از منابع اصلی تولید رادیکال‌های آزاد و شاخص‌های استرس اکسایشی از قبیل MDA توده چربی بدن است، و افراد چاق دارای توده چربی بیشتری نسبت به افراد با وزن طبیعی می‌باشند، لذا همان‌طور که در مطالعه حاضر مشاهده شد، انجام تمرین‌های ورزشی از طریق کاهش توده چربی بدن باعث کاهش این نشانگر استرس اکسایشی می‌شود. در این راستا گزارش شده است که کاهش وزن می‌تواند اثرقابل توجهی در بالابردن آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی وبنابراین کاهش سطوح استرس اکسایشی، به ویژه در زنان چاق داشته باشد.[۲۹]

بر اساس نتایج حاصل از مطالعات، نشان داده شده است که، فعال‌سازی مسیرهای پیام‌دهی سلولی منجر به افزایش بیان آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی و غیر آنزیمی در بدن شده و نهایتاً موجب کاهش پراکسیداسیون چربی و مالون دی آلدئید می‌گردد. هم‌چنین مشخص شده است که تمرین‌های ترکیبی در مقایسه با اجرای مستقل تمرین‌های هوازی و مقاومتی، در افزایش قدرت عضلانی، بیوژنز میتوکندریایی، فعالیت برخی از آنزیم‌های میتوکندریایی و افزایش اکسیدکردن اسیدهای چرب آزاد موثرتر عمل می‌کند.[۳۰] با این حال به نظر می‌رسد مدت و شدت برنامه‌ی تمرین، صرف‌نظر از نوع و آرایش تمرین‌ها روی این تغییرات تاثیر گذار باشد. در مطالعه‌ی مالکی[iii] و همکاران (۲۰۱۷) مشخص شد که انجام تمرین هوازی با شدت متوسط اثرات به مراتب موثرتری در مقایسه با تمرین اینتروال با شدت بالا؛ بر نشانگرهای استرس اکسیداتیو و آنتی‌اکسیدانی در مردان سالم دارد.[۱۱] به علاوه مدیروس[iv] و همکاران (۲۰۱۵) گزارش دادند با وجود این که انجام دو شیوه‌ی تمرین ترکیبی با تواتر سه و پنج جلسه در هفته باعث بهبود آسیب اکسیداسیون پروتئین در افراد چاق می‌شود، با این حال باعث کاهش آنزیم آنتی‌اکسیدانی گلوتاتیون پراکسیداز و افزایش TBARS[v] به عنوان شاخص استرس اکسایشی در تواترهای پنج جلسه‌ای در هفته خواهد شد. بر اساس مشاهدات گروه مدیروس، فقط در روش سه جلسه‌ی تمرینی در هفته باعث کاهش درصد چربی بدن و BMI در پایان تمرین‌ها می‌شود. این محققان مشاهدات خود را به شدت ناکافی تمرین‌ها و عدم زمان مناسب بازسازی در روش پنج جلسه در هفته، جهت تعدیل دفاع آنتی‌اکسیدانی و لذا اثرگذاری و ایجاد سازگاری مناسب بر استرس اکسیداتیو نسبت دادند.[۳۱] هم‌چنین در تضاد با یافته‌ی مطالعه‌ی حاضر در پژوهش دیگری مشخص شد که انجام چهار هفته تمرین ورزشی ترکیبی در زنان دارای اضافه وزن باعث افزایش معنادار سطوح MDA و عدم تغییر در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام پلاسما می‌شود.[۳۲] در توضیح تناقض یافته‌ی این مطالعه با نتایج مطالعه حاضر می‌توان به تفاوت در ماهیت

i- Chien
ii- Nuclear factor kappa B

iii- Maleki
iv -Medeiros
v -Thiobarbituric Acid Reactive Substances

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.6.3.0]

تمرین‌های ترکیبی (انجام یک جلسه برنامه‌ی مقاومتی و سه جلسه‌ی بعد برنامه‌ی استقامتی) و تفاوت در طول دوره و شدت ناکافی تمرینی جهت ایجاد سازگاری مطلوب در وضعیت اکسایشی اشاره کرد. به علاوه، گزارش شده است که پاسخ فشار اکسایشی به تمرین‌های ورزشی، صرف‌نظر از سن و جنس، ممکن است تحت تاثیر عواملی از قبیل تفاوت‌های فردی، نوع اثر فعالیت بدنی بر ماکرومولکول‌ها، پاسخ متفاوت بافت‌ها، تارهای عضلانی مختلف، ترکیب بدنی، شدت و حجم فعالیت قرار گیرد.[۳۳]

لازم به ذکر است که پژوهش حاضر با محدودیت‌هایی مواجه بوده است. عدم امکان کنترل کامل آزمودنی‌ها از نظرشرکت در برنامه‌های ورزشی خارج از برنامه‌ی پژوهش، عدم اندازه گیری عوامل آمادگی جسمانی در طول مطالعه، عدم کنترل هیجان، اضطراب، وضعیت روحی- روانی و وضعیت ژنتیکی- وراثتی آزمودنی‌ها، عدم کنترل چرخه‌ی قاعدگی در زمان خون‌گیری و هم‌چنین عدم کنترل تغذیه افراد به عنوان عامل مخدوش‌گر ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی از این جمله‌اند.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه‌ی حاضر نشان داد که انجام دو روش تمرین‌های ترکیبی به مدت ۱۲ هفته باعث بهبود معنی‌دار نشان‌گرهای ترکیب بدن و کاهش غلظت نشان‌گر استرس اکسایشی MDA و هم‌چنین افزایش سطوح شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی در زنان چاق بی‌تحرک می‌شود. بر اساس نتایج، تفاوت معنی‌داری بین آرایش متفاوت تمرین ترکیبی بر تغییرات این نشان‌گرها در مطالعه حاضر مشاهده نشد. لذا انجام تمرین‌های ترکیبی، بدون در نظر گرفتن آرایش اجرای فعالیت را می‌توان جهت تعدیل و کاهش نشان‌گرهای استرس اکسایشی به افراد چاق توصیه نمود. با این حال، با توجه به این‌که این تحقیق از اولین مطالعه‌هایی است که تاثیر دو آرایش متفاوت تمرین های ترکیبی (R+E در مقایسه با E+R) را بر نشانگرهای استرس اکسیداتیو مورد بررسی قرار می‌دهد، مشخص شدن اثرات واقعی و سازوکارهای درگیر در دو آرایش متفاوت از تمرین‌های ترکیبی، تحقیقات بیشتری را می‌طلبد.

سپاسگزاری: بدین‌وسیله از کلیه‌ی شرکت‌کنندگان در پژوهش و افرادی که در اجرای این تحقیق مشارکت و همکاری داشتند، صمیمانه تشکر می‌نماییم.

تعارض منافع: نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافعی در پژوهش حاضر وجود ندارد.

References

1. Nijhawan P, Arora S, Behl T. Intricate role of oxidative stress in the progression of obesity. Obes Med 2019; 15: 100125.
2. 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: the National Food and Nutritional Surveillance Program (NFNSP). Nutr Food Sci Res 2016; 3: 21-6.
3. 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: 121.
4. Pizzino G, Irrera N, Cucinotta M, Pallio G, Mannino F, Arcoraci V, et al. Oxidative stress: harms and benefits for human health. Oxid Med Cell Longev 2017; 2017: 8416763.
5. Savini I, Catani MV, Evangelista D, Gasperi V, Avigliano L. Obesity-associated oxidative stress: strategies finalized to improve redox state. Int J Mol Sci 2013; 14: 10497-538.
6. Manna P, Jain SK. Obesity, oxidative stress, adipose tissue dysfunction, and the associated health risks: causes and therapeutic strategies. Metab Syndr Relat Disord 2015; 13: 423-44.
7. Huang C-J, McAllister MJ, Slusher AL, Webb HE, Mock JT, Acevedo EO. Obesity-related oxidative stress: the impact of physical activity and diet manipulation. Sports Med Open 2015; 1: 32.
8. Codoñer-Franch P, Valls-Bellés V, Arilla-Codoñer A, Alonso-Iglesias E. Oxidant mechanisms in childhood obesity: the link between inflammation and oxidative stress. Transl Res 2011; 158: 369-84.
9. Vincent HK, Taylor AG. Biomarkers and potential mechanisms of obesity-induced oxidant stress in humans. Int J Obes (Lond) 2006; 30: 400-18.
10. Atashak S, Azizbeigi K. Effects of concurrent exercise training on the oxidative stress biomarkers concentration in elderly men. Koomesh 2017; 19: 36-45. [Farsi]
11. Maleki BH, Tartibian B, Chehrazi M. The effects of three different exercise modalities on markers of male reproduction in healthy subjects: a randomized controlled trial. Reproduction 2017; 153: 157-74.
12. Azizbeigi K, Stannard SR, Atashak S, Haghighi MM. Antioxidant enzymes and oxidative stress adaptation to exercise training: Comparison of endurance, resistance, and concurrent training in untrained males. J Exerc Sci Fit 2014; 12: 1-6.
13. Soares JP, Silva AM, Oliveira MM, Peixoto F, Gaivão I, Mota MP. Effects of combined physical exercise training on DNA damage and repair capacity: role of oxidative stress changes. Age 2015; 37: 61.
14. Salehi I, Zarrinkalam E, Mirzaei F, Oshaghi EA, Ranjbar K, Asl SS. Effects of Resistance, Endurance, and Concurrent Exercise on Oxidative Stress Markers and the Histological Changes of Intestine After Morphine

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.6.3.0]

Withdrawal in Rats. Avicenna J Med Biochem 2018; 6: 44-9.
15. Halalkhor F. Effect of Flaxseed Supplementation and Concurrent Physical Activity on Total Antioxidant Capacity of the Plasma and the Lipid Peroxidation Index of Overweight Women. J Med Plants 2019; 18: 144-53. [Farsi]
16. Mirzendedel Z, Attarzadehoseini S, Bijeh N, Raouf Saeb Aa. A Comparison of the Effects of Twelve Weeks Combined Training with Different Ordering on CTRP3, TNF-α, IL6 and Insulin Resistance in Women with Type 2 Diabetes. Iran J Endocrinol Metab 2019; 21: 203-16. [Farsi]
17. Coffey VG, Pilegaard H, Garnham AP, O'Brien BJ, Hawley JA. Consecutive bouts of diverse contractile activity alter acute responses in human skeletal muscle. J Appl Physiol 2009; 106: 1187-97.
18. Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. Med Sci Sports Exerc 1980; 12: 175-81.
19. Kargarfard M, Shariat A, Shaw I, Haddadi P, Shaw BS. Effects of resistance and aerobic exercise training or education associated with a dietetic program on visfatin concentrations and body composition in overweight and obese women. Asian J Sports Med 2017; 8: e57690.
20. Liguori I, Russo G, Curcio F, Bulli G, Aran L, Della-Morte D, et al. Oxidative stress, aging, and diseases. Clin Interv Aging 2018; 13: 757.
21. Delavar R, Mogharnasi M, Khoobkhahi N. The Effects of Combined Training on OxidativeStress and Antioxidant Defense Indicators. Int J Basic Sci Med 2017; 2: 29-32.
22. Azamian Jazi A, Shokouhi R. The Effect of an Eight Week Combined Exercise Training on Oxidative Stress and Lipid Peroxidation in Postmenopausal Women with Type 2 Diabetes. JSSU 2016; 24: 667-78. [Farsi]
23. Radak Z, Chung HY, Goto S. Systemic adaptation to oxidative challenge induced by regular exercise. Free Radic Biol Med 2008; 44: 153-9.
24. Chien KL, Chen MF, Hsu HC, Su TC, Lee YT. Sports activity and risk of type 2 diabetes in Chinese. Diabetes Res Clin Pract 2009; 84: 311-8.
25. Tofas T, Draganidis D, Deli CK, Georgakouli K, Fatouros IG, Jamurtas AZ. Exercise-induced regulation of redox status in cardiovascular diseases: the role of exercise training and detraining. Antioxidants 2020; 9: 13.
26. Ghorbanian B, Saberi Y, Shokrolahi F, Mohamadi H. Effect of an incremental interval endurance rope-training program on antioxidant biomarkers and oxidative stress in non-active women. SJNMP 2018; 4: 29-40. [Farsi]
27. Ammar A, Trabelsi K, Boukhris O, Glenn JM, Bott N, Masmoudi L, et al. Effects of aerobic-, anaerobic-and combined-based exercises on plasma oxidative stress biomarkers in healthy untrained young adults. Int J Environ Res Public Health 2020; 17: 2601.
28. Ahmadi kakavandi M, Azizbeigi K, Qeysari SF. The Effects of Progressive Resistance Training on Malondialdehyde Concentration and Superoxide Dismutase Enzyme Activity in Inactive Elderly Women. Payavard 2019; 13: 151-9. [Farsi]
29. Ramezanipour M, Jalali M, Sadrzade-Yeganeh H, Keshavarz SA, Eshraghian MR, Bagheri M, et al. The effect of weight reduction on antioxidant enzymes and their association with dietary intake of vitamins A, C and E. Arq Bras Endocrinol Metab 2014; 58: 744-9.
30. Marmett B, Nunes RB. Resistance and aerobic training in the treatment of type 2 diabetes mellitus. J Diabetes Metab Disord Control 2017; 4: 00126.
31. Medeiros NdS, de Abreu FG, Colato AS, de Lemos LS, Ramis TR, Dorneles GP, et al. Effects of concurrent training on oxidative stress and insulin resistance in obese individuals. Oxid Med Cell Longev 2015; 2015.
32. Halalkhor F. Effect of Flaxseed Supplementation and Concurrent Physical Activity on Total Antioxidant Capacity of the Plasma and the Lipid Peroxidation Index of Overweight Women. J Med Plants 2019; 18: 144-53. [Farsi]
33. Shiravand F, Valipour V, Abbasi M. The effect of 8 weeks of HICT training on serum levels of catalase, malondialdehyde and maximal oxygen consumption in breast cancer survivors: Randomized clinical trial. Feyz 2019; 23: 398-406. [Farsi]

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.6.3.0]

Original Article

The Effect of Concurrent Training Order on Oxidative Stress Biomarkers in Sedentary Obese Women

Ezzati A[1], Atashak S[2], Roshdi Bonab R[1]

[1]Department of Exercise Physiology, Bonab Branch, Islamic Azad University, Bonab, Iran, [2]Department of Exercise Physiology, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, I.R. Iran.

e-mail: S.atashak@iau-mahabad.ac.ir

Received: 03/03/2021 **Accepted**: 26/07/2021

Abstract

Introduction: Obesity and a sedentary lifestyle are associated with oxidative stress and its resulting diseases. However, previous studies have indicated that regular exercise training plays a vital role in reducing obesity-induced oxidative and diseases. Accordingly, this study aimed to investigate and compare the effects of concurrent training order on oxidative stress biomarkers in sedentary obese women. Materials and Methods: In this quasi-experimental study, 45 sedentary obese women (25-40 years) were randomly assigned to the control (control; n=15), resistance+endurance training (R+E; n=15), and endurance+resistance training (E+R; n=15) groups. The 12-week concurrent program was performed three sessions a week. Each session consisted of endurance training on Treadmill (intensity 55-75% HRmax), and strength training (intensity: 55-75% 1RM). The blood samples and body composition of all participants were measured before and after the training program. Moreover, the collected data were analyzed using the analysis of covariance and Bonferroni tests. Results: The results indicated that twelve weeks of exercise training intervention significantly decreased MDA and increased the concentrations of SOD and TAC in obese women ($p<0.05$). However, no significant difference was observed between the two E+R and R+E groups ($p>0.05$). Conclusion: The findings indicated that concurrent training (independent of the exercise order) is an effective therapeutic method in modulating oxidative stress in sedentary obese women.

Keywords: Antioxidant, Exercise Training, Obesity, Oxidative Stress, Women

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.6.3.0]