مجله‌ی غدد درون‌ریز و متابولیسم ایران
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی شهید بهشتی
دوره‌ی بیست و دوم، شماره‌ی ۳، صفحه‌های ۲۱۳ ـ ۲۰۷ (مرداد ـ شهریور ۱۳۹۹)

مقاله‌ی پژوهشی

مقایسه‌ی تاثیردو برنامه‌ی تمرین ورزشی تداومی با شدت متوسط و تناوبی شدید بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام، مالون دی آلدئید و سوپراکسید دیسموتاز زنان میانسال چاق و دارای اضافه وزن

دکتر سیدرضا عطارزاده حسینی[۱]، دکترمهتاب معظمی[۱]، دکتر سمانه فراحتی[۲]، معصومه بهره‌مند[۱]، فاطمه صادق اقبالی[۳]

۱) گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده‌ی علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران، ۲) گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه سجاد، مشهد، ایران، ۳) گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. **نشانی مکاتبه‌ی نویسنده‌ی مسئول:** مشهد، میدان آزادی، پردیس دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم ورزشی. دکتر سیدرضا عطارزاده حسینی؛ e-mail: attarzadeh@um.ac.ir

چکیده

مقدمه: سیستم آنتی‌اکسیدانی بدن که وظیفه مقابله با اثرات مخرب اکسیدان‌ها را به عهده دارد، می‌تواند تحت تأثیر عوامل مختلفی؛ از جمله تمرینات ورزشی قرار گیرد. هدف از پژوهش حاضر مقایسه‌ی دو برنامه تمرین تداومی با شدت متوسط و تناوبی بر شاخص‌های استرس اکسیداتیو و آنتی‌اکسیدانی زنان میانسال دارای اضافه وزن بود. **مواد و روش‌ها:** در این مطالعه، ۳۰ زن غیر فعال چاق و دارای اضافه وزن به طور تصادفی در سه گروه تمرین تناوبی شدید، تمرین تداومی و گروه کنترل تقسیم شدند. دو برنامه تمرینی به مدت ۱۲ هفته و هر هفته سه جلسه اجرا شدند. پیش از آغاز و پس از اتمام دوره تمرینی؛ اندازه‌گیری مقادیر ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی، سوپراکسید دیسموتاز و مالون دی آلدئید در نمونه‌های خون آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. داده‌های جمع‌آوری شده از طریق روش اندازه‌های تکراری و تی استیودنت همبسته در سطح معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) تحلیل شدند. **یافته‌ها:** نتایج نشان داد که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام در گروه‌های تمرین تداومی و تمرین تناوبی شدید افزایش معناداری یافته است ($P<۰/۰۵$). هم‌چنین تفاوت معناداری در شاخص‌های مالون دی آلدئید و سوپراکسید دیسموتاز آزمودنی‌ها مشاهده نگردید. **نتیجه‌گیری:** دوازده هفته تمرین ورزشی تداومی با شدت متوسط یا تناوبی شدید، باعث افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام می‌شود که می‌تواند در کاهش خطر بروز آتروسکلروزیس و بهبود سلامت قلب و عروق موثر باشد.

واژگان کلیدی: استرس اکسیداتیو، تمرین تناوبی با شدت بالا، تمرین تداومی با شدت متوسط، آنتی‌اکسیدان، اضافه وزن و چاقی

دریافت مقاله: ۹۸/۱۱/۲۶ـ دریافت اصلاحیه: ۹۹/۹/۲ ـ پذیرش مقاله: ۹۹/۹/٤

مقدمه

چاقی بزرگ ترین چالش بهداشت عمومی در قرن حاضر است.[۱] چاقی عمومی و به ویژه چاقی شکمی با افزایش استرس اکسیداتیو و کاهش سطوح ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی پلاسما همراه است که می‌تواند موجب افزایش خطر بروز بیماری‌هایی نظیر تصلب شرایین، دیابت و پرفشاری خون در افراد چاق شود.[۲،۳] کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی؛ مانند سوپراکسید دیسموتاز در افراد چاق نیز یکی از دلایل افزایش استرس اکسیداتیو در آن‌ها می‌باشد.[۳،٤]

ورزش کردن با بالا بردن متابولیسم بدن سبب تولید رادیکال‌های آزاد بیشتری در فرد می‌شود. در این فرایند؛ مقدار اپی‌نفرین و تولید اسیدلاکتیک افزایش یافته و رادیکال‌های آزاد با اثر کمتر (سوپراکسیدها) را به رادیکال‌های آزاد موثرتر (هیدروکسیل) تبدیل می‌نمایند.[۵] تکرار جلسات تمرین با شدت متوسط، می‌تواند از طریق

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.3.4.5]

القای تغییرات متعدد در سطح سلول، تولید پراکسیدانت ها را افزایش و استرس اکسیداتیو را به طور مؤثری کاهش دهد. مقاومت در مقابل استرس اکسیداتیو، سبب طبیعی شدن pH بافت ها، و در نتیجه مهار رهایی آهن از ترانسفرین می شود که این رخداد می‌تواند از بافت‌ها در مقابل پراکسیدانت‌ها حمایت کند. هم‌چنین، تمرین‌های طولانی مدت می‌توانند فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در گویچه‌های قرمز خون و بافت‌ها را افزایش دهند و با پاک‌سازی رادیکال‌های آزاد از آسیب سلولی جلوگیری کنند.[۶] یار محمدی و همکاران (۲۰۱٤) در پژوهش خود به بررسی تاثیر شش هفته تمرینات هوازی با شدت متوسط بر شاخص‌های گلوتاتیون پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز زنان مبتلا به دیابت نوع دو پرداختند. برنامه تمرینی به مدت شش هفته، سه جلسه در هفته و هر جلسه ٤٥ دقیقه با شدت ٦٠ تا ٧٥ درصد ضربان قلب ذخیره بود. نتایج تحقیق نشان داد که اجرای شش هفته برنامه تمرینی منجر به افزایش شاخص‌های گلوتاتیون پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز گروه تمرینی شده است و تاثیر مثبتی بر بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی آزمودنی‌ها داشته است.[۷]

بررسی تاثیر آنتی‌اکسیدانی انواع مختلف تمرین‌های ورزشی با شدت متفاوت می‌تواند ما را در شناخت بهتر و انتخاب کارآمدترین نوع تمرین در کاهش استرس اکسیداتیو، یاری نماید. عدم تغییر معنی‌دار در شاخص‌های استرس اکسیداتیوی پس از هشت هفته تمرین ورزشی منظم و مستمر در تحقیق جهانی و همکاران (۲۰۱۰)، که اظهار داشتند احتمالاً برنامه تمرینی آن‌ها از شدت مناسبی برخوردار نبوده است؛ نشان می‌دهد که شدت تمرین نقش مهمی در تاثیرگذاری تمرین‌های ورزشی بر این متغیرها دارد.[۸] محققین اظهار داشتند که افزایش شدت فعالیت بدنی در تمرین‌های تناوبی شدید می‌تواند از راه‌های گوناگون؛ هم چون افزایش دمای مرکزی بدن، نقص در زنجیره انتقال الکترون، افزایش غلظت کلسیم درون سلولی و سنتز پروکسی نیترات، باعث افزایش رادیکال‌های آزاد شود. در پی این رخداد استرس اکسیداتیو به وجود آمده و پاسخ‌های التهابی آن باعث افت ظرفیت‌های فیزیولوژیکی و افزایش مارکرهای آسیب زننده به ماکرومولکول‌های زیستی می‌شود.[۹،۱۰] از سوی دیگر، در پژوهش‌ها نشان داده شده است که قرارگیری مداوم در موقعیت‌های تسهیل‌کننده تولید گونه‌های اکسیژن واکنش‌پذیر؛ باعث ایجاد سازگاری‌هایی می‌شود که دفاع سلولی و فعالیت سیستم آنتی‌اکسیدانی را بهبود می‌بخشد. این تغییرات افزایش فعالیت آنزیم‌های سوپر اکسید دیسموتاز و ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی پلاسما را شامل می‌شوند که قادرند فعالیت رادیکال‌های آزاد را کاهش دهند.[۱۱] تولید پی در پی رادیکال های آزاد ناشی از ایسکمی و توزیع مجدد خون به سطح عضلات، که در اثر فعالیت‌های ورزشی با شدت بالا روی می‌دهد، می‌تواند به واسطه بهبود عملکرد دستگاه انتقال الکترون (جلوگیری از نشت الکترون) در بهبود نیم‌رخ آنتی‌اکسیدانی نقش داشته باشد.[۱۱] قربانیان و همکاران (۱۳۹۷) نیز در تحقیق خود اظهار داشتند که تمرین تناوبی فزاینده طناب زنی باعث افزایش دفاع آنتی‌اکسیدانی، کاهش آسیب اکسایشی و پراکسیداسیون لیپیدی دختران غیرفعال چاق و دارای اضافه وزن شده است.[۱۲]

آنچه که مسلم است؛ اثر منحصر به فرد برنامه‌های مختلف ورزشی بر پاسخ‌های عملکردی و فیزیولوژیکی بدن می‌باشد.[۱۱،۱۲] تاکنون بهترین نوع، شدت و مدت تمرین‌های تناوبی برای بهبود شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی مشخص نشده است. از طرفی با توجه به تنوع برنامه تمرینی و اجرا در مدت زمان کم‌تر و انگیزه بیش‌تر افراد برای شرکت در برنامه تناوبی به جای تمرین‌های سنتی تداومی، شناسایی آثار این شیوه تمرینی دارای اهمیت است. لذا در این پژوهش به این موضوع پرداخته شده است که بین دو روش تمرینی هوازی تداومی و تناوبی شدید کدامیک می‌توانند تاثیر مطلوب‌تری بر تغییرات شاخص‌های استرس اکسیداتیو وآنتی‌اکسیدانی داشته باشند.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش آزمون- پس آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری تحقیق حاضر را زنان غیرفعال ٤٠ تا ٥٠ ساله شهرستان مشهد تشکیل می‌دادند. در این تحقیق ۳۳ زن سالم ساکن شهر مشهد که معیارهای ورود به پژوهش را داشتند، به روش هدف‌دار در سه گروه ۱۱ نفری پیش و پس آزمون گزینش شدند. حجم نمونه آماری با استفاده از نرم‌افزار جی پاور با توان آماری ۰/۸ و آلفا ۰/۵ و اندازه اثر ۰/٦٥ برای هر گروه ۹ نفر و در مجموع ۲۷ نفر به دست آمد که با لحاظ احتمال افت آزمودنی تعداد هر گروه به ۱۱ نفر افزایش یافت.

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.3.4.5]

بر اساس پرسش‌نامه‌ی پزشکی (پرسش‌نامه سلامت عمومی[i] و معاینه و نظر پزشک متخصص، تمامی شرکت‌کنندگان سالم بودند. هیچ‌یک از آزمودنی‌ها سیگاری نبودند، سابقه ابتلا به بیماری‌های تنفسی، متابولیکی، قلبی-عروقی، کلیوی، کبدی و نیز سابقه مشارکت منظم در برنامه‌های تمرین ورزشی نداشتند (پرسش‌نامه ارزیابی فعالیت جسمانی کیزر[ii]). شرکت‌کنندگان یائسه نبودند (بر اساس پرسش‌نامه وضعیت یائسگی ماساچوست[iii])، دارو مصرف نمی‌کردند و شاخص توده‌ی بدنی آن‌ها بیش از ۲۷ کیلوگرم بر متر مربع و کم‌تر از ۳۵ کیلوگرم بر متر مربع بود. هم‌چنین این افراد در ٦ ماه گذشته از هیچ‌گونه هورمون درمانی استفاده نکرده و در طی یک سال گذشته برنامه محدودیت کالری (رژیم غذایی خاص) نداشتند. در ادامه آزمودنی‌ها به روش تصادفی ساده به سه گروه تمرین تناوبی با شدت بالا (۱۱ نفر)، تمرین تداومی با شدت متوسط (۱۱ نفر) و گروه کنترل (۱۱ نفر) تقسیم شدند. لازم به ذکر است به منظور رعایت ضوابط اخلاقی ضمن تکمیل رضایت‌نامه مشارکت صادقانه در پژوهش، هر کدام از آزمودنی‌ها اجازه داشتند در هر زمان، بدون ذکر علت، از ادامه تمرینات انصراف داده و از مطالعه خارج شوند. این مطالعه توسط کمیته‌ی اخلاق دانشگاه فردوسی مشهد تایید شده است (کد کمیته اخلاق دانشگاه: IR.MUM.FUM.REC.1397.09).

پیش از تکمیل فرم رضایت‌نامه، در وهله اول درباره‌ی ماهیت و نحوه همکاری در تحقیق و رعایت نکات ضروری در باره تمرین‌های ورزشی، تغذیه، مصرف داروها، مصرف مواد دخانی، استفاده از مکمل‌ها و مواد نیروزا به آزمودنی‌ها اطلاعاتی داده شد و در ادامه پرسش‌نامه‌ی مشخصات فردی و وضعیت پزشکی ورزشی به روش خود اظهاری کامل شد. پیش از شروع تمرین، تمام آزمودنی‌ها در حالی که ۱۲ ساعت ناشتا بودند و به مدت ۲٤ ساعت فعالیت بدنی شدید نداشتند، به آزمایشگاه تشخیص طبی مراجعه کردند و نمونه‌گیری خونی انجام شد. در هر نوبت نمونه‌گیری مقدار ۱۰ سی‌سی خون از ورید آنتی‌کوبیتال بازویی گرفته و سپس نمونه‌ها در دمای ۱۸- سانتی‌گراد فریز شدند، و پس از گذشت حداکثر ٤۰ روز؛ آزمایش خونی تمام آزمودنی‌ها در یک روز اندازه‌گیری شدند.

مقادیر ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی، سوپراکسید دیسموتاز و مالون دی آلدئید با کیت‌های Naxifer™-Total Antioxidant Capacity Assay Kit-TAC (حساسیت اندازه‌گیری ۲ میکرومول آهن دو ظرفیتی)، Nasdox™- Superoxide Dismutase Assay Kit- Non Enzymatic (حساسیت اندازه‌گیری ۰/۲ واحد در میلی لیتر) و Nalondi™-Lipid Peroxidation Assay Kit-MDA (حساسیت اندازه‌گیری بر حسب یک نانو مول) ساخت کشور ایران شرکت ناوند سلامت اندازه‌گیری شد؛ و در روز دوم در محل آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه فردوسی مشهد اندازه‌گیری شاخص‌های تن‌سنجی به روش الکتروامپدانس توسط دستگاه سنجش ترکیب بدن مارک (Inbody-720) ساخت کشور کره جنوبی انجام شد. حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌های نیز با تست ناختون و به وسیله تردمیل مارک (H/P/Cosmos) ساخت کشور آلمان ارزیابی شد.

برنامه تمرینی

در این پژوهش از دو برنامه‌ی تمرینی مختلف شامل یک برنامه‌ی تمرین تداومی و یک برنامه‌ی تمرین تناوبی یا اینتروال، به مدت ۱۲ هفته استفاده شد. هر دو گروه تحت نظارت مربی سه جلسه تمرین در هفته را شروع کردند. کنترل ضربان قلب آزمودنی توسط ضربان سنج پلار مدل (پوکس ۱۰۰۰) ساخت کشور ژاپن انجام شد. به طور هم زمان آزمودنی‌های گروه کنترل تنها فعالیت معمول خود را انجام می‌دادند و در هیچ برنامه تمرینی شرکت نداشتند.

برنامه تمرین ورزشی هوازی تداومی: هر جلسه تمرین تداومی به مدت ٦۵ دقیقه و شامل: ۱۰ دقیقه گرم کردن؛ ۸ دقیقه سرد کردن و ٤۷ دقیقه فعالیت پیاده‌روی یا دویدن بر روی تردمیل بود. شدت تمرین تداومی به طور تدریجی از ٦۰ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب افزایش می‌یافت.[۱۳]

تمرین ورزشی هوازی تناوبی با شدت بالا: طبق آمادگی اولیه آزمودنی‌ها، محدوده‌ی ضربان قلب و شدت یا میزان سرعت روی تردمیل برای هر آزمودنی روی پرونده کنترل ورزشی ثبت شد. هر جلسه تمرین تناوبی با شدت بالا، شامل: ۱۵ دقیقه گرم کردن، ۱۰ دقیقه سرد کردن و اجرای برنامه تمرینی بر روی تردمیل بود. برنامه تمرین این گروه شامل ٤ ست فعالیت بر روی تردمیل به مدت ٤ دقیقه با

i -The General Health Questionnaire-28
ii- Kaiser Physical Activity Survey
iii -Massachusetts Menopause Survey

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-09-12]
[DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.3.4.5]

افزایش شدت تدریجی ۸۰ تا ۹۰ درصد حداکثر ضربان قلب بود. استراحت فعال بین هر ست تمرین، ۳ دقیقه بود که با شدت ۵۰ تا ٦۰ درصد حداکثر ضربان قلب انجام شد.[۱۳]

در این پژوهش، سه آزمودنی شامل یک نفر از گروه تمرین تناوبی و دو نفر از گروه کنترل به سبب عدم رعایت معیارها کنار گذاشته شدند. معیارهای خروج از تحقیق شامل استفاده از داروهای خاص (نظیر استاتین‌ها و بازدارنده‌های آنزیم مبدل آنژیوتانسین)، غیبت بیش از سه جلسه در طول دوره تمرینات و هم‌چنین محدودیت‌های حرکتی یا بیماری آزمودنی‌ها که مانع شرکت در برنامه‌های تمرینی آن‌ها شود، بود. ٢٤ ساعت پس از آخرین جلسه‌ی تمرین، مشابه پیش آزمون، به ترتیب از ۳۰ آزمودنی باقی مانده آزمایش خون و سنجش ترکیب بدن به عمل آمد.

پس از جمع‌آوری و ورود داده‌ها در محیط نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۲۰، داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و برای محاسبه شاخص‌های گرایش مرکزی و شاخص پراکندگی (انحراف استاندارد، حداقل و حداکثر) از آمار توصیفی استفاده شد. آزمون شاپیرو-ویلک[i] جهت بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها و آزمون آنالیز واریانس یک طرفه، پیش از مداخله تحقیقی، جهت بررسی همگن بودن گروه‌ها استفاده شد. تعیین تفاوت گروه‌ها برای متغیرهای با توزیع طبیعی با استفاده از آزمون پارامتیک اندازه‌های تکراری و آزمون تعقیبی LSD انجام شد. علاوه بر این، از آزمون‌های پارامتریک (t همبسته) برای ارزیابی تغییرات پیش و پس آزمون در هر گروه استفاده شد. سطح معناداری P<۰/۰۵ به عنوان ضابطه‌ی تصمیم‌گیری جهت آزمون فرضیه‌ها در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

آزمودنی‌های تحقیق ۳۰ زن سالم ساکن شهر مشهد با میانگین سنی ٤۳/٦۳±۳/۳۵ سال بودند. تغییرات اندازه‌های تن‌سنجی و حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌های گروه‌های مورد بررسی طی مراحل پیش آزمون و پس آزمون در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- مقادیر اندازه‌های تن‌سنجی و حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌های گروه‌های تمرین و کنترل

متغیر	مراحل	تداومی	تناوبی	کنترل
نمایه توده‌ی بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	پیش آزمون	۳۰/۷۹±۲/۷۹	۲۹/۲۰±۲/۲۸	۳۱/٦۳±۳/۹۷
	پس آزمون	۳۰/۳۲±۳/۰۹	۲۸/٦۹±۲/۵۵*	۳۱/۷۵±٤/۳۹
درصد چربی بدن	پیش آزمون	٤٤/۲۸±۵/۱۰	٤۰/۵۵±٤/۵۲	٤۳/۱۱±٦/۲۹
	پس آزمون	٤۳/۷۰±۵/۱۹	۳۹/٤۹±٤/۵۰*	٤۳/۲٦±۵/۸۷
نسبت دور کمر به لگن	پیش آزمون	۰/۹۸±۰/۰۵	۰/۹۵±۰/۰٤	۰/۹۸±۰/۰۷
	پس آزمون	۰/۹۷±۰/۰۵	۰/۹۳±۰/۰۳	۰/۹۸± ۰/۰٦
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر بر کیلوگرم بردقیقه)	پیش آزمون	۲۰/۰۰±۵/۰۰	۲٤/۹۰±٤/۸۱	۲۲/۵۷±۳/٦٤
	پس آزمون	۲۳/٦۳±۵/۵۷*	۳۰/۱۰±٦/۰۸*	۲٤/۰۰±٤/٦۱

*سطح معناداری P<۰/۰۵ در نظر گرفته شده است.

نتایج نشان داد که ۱۲ هفته تمرین منظم موجب کاهش معنی‌دار در شاخص‌های نمایه توده بدنی و درصد چربی آزمودنی‌های گروه تمرین تناوبی شدید شده است. این در حالی است که مشاهده شد ۱۲ هفته تمرین اگرچه موجب کاهش جزیی در شاخص‌های درصد چربی، نمایه توده بدنی و نسبت دور کمر به لگن آزمودنی‌های گروه هوازی تداومی شده است، اما این تغییرات معنی‌دار نبوده است.

هم‌چنین مشاهده شد که تغییرات بین گروهی در هیچ کدام از شاخص‌های مورد بررسی معنی‌دار نبود. شاخص حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه‌های تمرین تناوبی و تداومی افزایش معنی‌داری نشان داد.

تغییرات غلظت شاخص‌های خونی آزمودنی‌های گروه‌های تمرین و کنترل طی مراحل پیش آزمون و پس آزمون در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که پس از ۱۲ هفته تمرین منظم ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام در گروه‌های تمرین تداومی و تمرین تناوبی شدید در مقایسه با مرحله پیش آزمون افزایش معناداری یافته است (P<۰/۰۵).

i-Shapiro-wilk test

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-09-12]

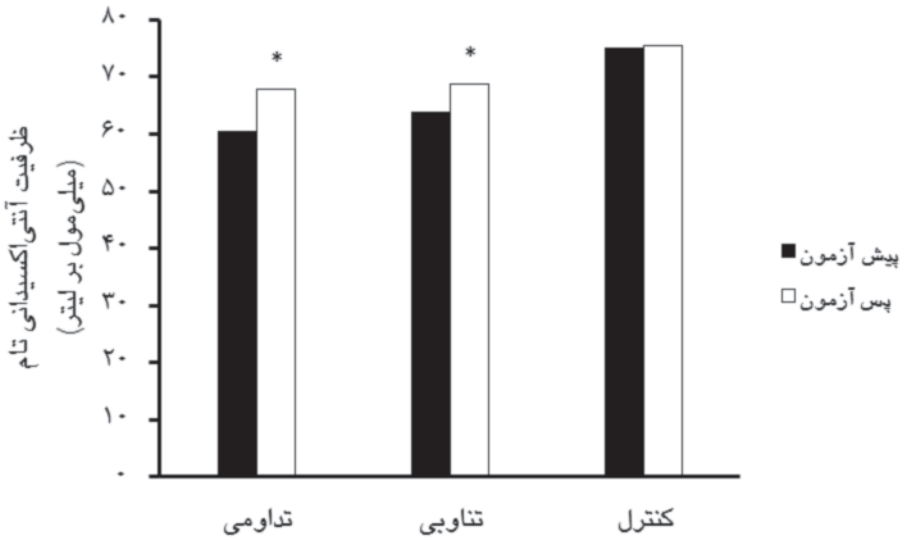
[DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.3.4.5]

جدول ۲- بررسی تغییرات درون گروهی و بین گروهی شاخص‌های خونی آزمودنی‌های گروه‌های تمرین و کنترل

متغیرها	گروه‌ها	پیش آزمون (انحراف استاندارد±میانگین)	پس آزمون (انحراف استاندارد±میانگین)	P درون گروهی	P بین گروهی
ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام (میلی‌مول بر لیتر)	تداومی	۶۰/۴۱±۱۱/۵۳	۶۷/۹۰±۱۲/۸۶	۰/۰۰۵*	۰/۰۶۶
	تناوبی	۶۳/۷۳±۹/۵۲	۶۸/۷۳±۱۲/۷۰	۰/۰۱۰*	
	کنترل	۷۵/۱۰±۱۵/۵۵	۷۵/۵۵±۱۶/۷۱	۰/۸۵۷	
مالون دی آلدئید (نانومول بر میلی‌لیتر)	تداومی	۳/۴۶±۰/۳۸	۳/۳۸±۰/۲۶	۰/۳۴۳	۰/۹۹۳
	تناوبی	۳/۴۸±۰/۱۷	۳/۴۰±۰/۲۹	۰/۳۳۱	
	کنترل	۳/۵۹±۰/۲۱	۳/۵۲±۰/۲۸	۰/۴۰۹	
سوپراکسید دیسموتاز (میکرومول بر میلی‌لیتر)	تداومی	۷/۸۱±۲/۲۷	۸/۹۰±۲/۵۸	۰/۰۸۲	۰/۵۷۱
	تناوبی	۵/۶۰±۲/۶۳	۷/۰۰±۲/۳۵	۰/۰۸۹	
	کنترل	۹/۵۵±۲/۶۰	۹/۱۱±۲/۲۶	۰/۴۴۷	

*سطح معناداری P<۰/۰۵ در نظر گرفته شده است.

در نمودار ۱ نیز نتایج مربوط به تغییرات پیش آزمون-پس آزمون سطوح ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام در گروه‌های مورد بررسی نمایش داده شده است. نتایج نشان داد که اگرچه مقادیر مالون دی آلدئید در گروه‌های تمرین تداومی و تناوبی شدید کاهش یافته، اما این تغییرات معنی‌دار نبود و هیچ‌گونه تفاوت معناداری در شاخص‌های مالون دی آلدئید و سوپراکسید دیسموتاز آزمودنی‌ها طی مراحل پیش آزمون و پس آزمون مشاهده نشد.



نمودار ۱- نتایج مربوط به تغییرات پیش آزمون-پس آزمون سطوح ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام در گروه‌های مورد بررسی.

*** معنی‌داری بین مراحل پیش آزمون-پس آزمون (P<۰/۰۵).**

بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام در گروه‌های تمرینی تداومی و تناوبی به طور معنی‌داری افزایش یافت. قربانیان و همکاران (۱۳۹۷) در تحقیق خود نشان دادند که تمرین منظم با افزایش تولید رادیکال آزاد در حین ورزش همراه است که این سازگاری منجر به افزایش فعالیت سیستم آنتی‌اکسیدانی می‌شود. اگر چه نتایج مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که فعالیت بدنی شدید و نامنظم از طریق افزایش هورمون‌هایی مانند کاتکولامین‌ها، پروستانوئیدها و فعالیت ماکروفاژها بر عملکرد اکسایشی سلول‌ها و ساختمان غشای سلولی اثرگذار است و موجب

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-09-12]
[DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.3.4.5]

افزایش استرس اکسایشی و پراکسیداسیون لیپیدی می‌شود؛ اما اجرای تمرین ورزشی منظم و مستمر، از طریق افزایش دفاع ضد اکسایشی، موجب کاهش پراکسیداسیون لیپیدی و پروتئینی می‌شود.[۱۲] رادیکال‌های آزاد فقط تولید آسیب نمی‌کنند بلکه نقش سیگنالینگ سلولی و تحریک آنزیماتیک را نیز بر عهده دارند. گونه های فعال اکسیژن تولید شده در فعالیت ورزشی، مسیر سیگنالینگ مهمی مانند میتوژن محرک پروتئین کیناز را فعال کرده که می‌تواند باعث رونویسی عوامل مختلف شده و به این ترتیب فعالیت ورزشی می تواند به خودی خود باعث بهبود استرس اکسیداتیو شود و از بیماری های استرس اکسایشی مرتبط با چاقی و اضافه وزن، نظیر بیماری‌های قلبی و دیابت و غیره جلوگیری کند.[۱۴]

هم‌چنین نتایج نشان داد که اگرچه مقادیر مالون دی آلدئید در گروه‌های تمرین تداومی و تناوبی شدید کاهش یافته؛ اما این تغییرات معنی‌دار نبود. فعالیت بدنی هوازی شدید از طریق افزایش ترشح هورمون‌هایی مانند اپی نفرین یا کاتکولامین های دیگر، متابولیسم پروستانوئیدها، گزانتین اکسیداز و فعالیت ماکروفاژها بر فرآیندهای استرس اکسیداتیو اثر گذار بوده و موجب افزایش استرس اکسیداتیو و پراکسیداسیون لیپید می‌شود.[۱۵] در نتیجه به دنبال آن مالون دی آلدئید که به عنوان یکی از شاخص‌های پراکسیداسیون لیپیدی غشاء گلبول‌های قرمز خون می‌باشد، افزایش می‌یابد.[۱۶] در ابتدای فعالیت‌های بدنی با شدت زیاد به دلیل عدم هماهنگی میان میزان اکسیژن دریافتی و اکسیژن مورد نیاز بافت ها به خصوص در عضلات فعال و از سوی دیگر بروز فرآیند کاهش جریان خون موضعی و سپس برقراری مجدد گردش جریان خون بافتی، تولید انواع اکسیژن‌های فعال شده افزایش می‌یابد. در نتیجه لیپیدهای غیر اشباع غشاهای بافتی در معرض آسیب قرار می‌گیرند و موجب افزایش مالون دی آلدئید می‌شوند،[۱۷،۱۸] حال آنکه در تحقیق حاضر میزان مالون دی الدئید در هر دو گروه تمرینی کاهش داشته است. تحقیق حاضر با این موضوع که تمرینات استقامتی منظم و مستمر، سبب افزایش ذخیره آنتی‌اکسیدانی می‌شود، همخوانی دارد و احتمالا عاملی در کاهش شاخص‌های استرس اکسیداتیو است. بنابراین برنامه تمرینی استفاده شده در این پژوهش شدت مناسبی داشته است که علاوه بر افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میزان آسیب اکسایشی را تغییر نداده است. قهرمانی مقدم و همکاران (۱۳۹۵) نیز در پژوهش خود به بررسی تاثیر هشت هفته تمرین هوازی بر سطح مالون دی آلدئید زنان بالای ۶۰ سال غیرفعال پرداختند. در این مطالعه ۲۱ زن بالای ۶۰ سال غیرفعال به صورت غیرتصادفی در دو گروه کنترل و مداخله قرار گرفتند. برنامه تمرین هوازی شامل هشت هفته تمرین هوازی (با شدت ۵۰ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره)، سه جلسه یک ساعته در هر هفته بود. نتایج تحقیق نشان داد که تغییر معنی‌داری در سطح مالون دی آلدئید پس از مداخله‌ی هشت هفته‌ای تمرین هوازی در آزمودنی‌ها دیده نشد.[۱۹]

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تغییرات شاخص سوپراکسید دیسموتاز آزمودنی‌ها طی مراحل پیش آزمون و پس آزمون در گروه‌های مورد بررسی معنی‌دار نبود. عقیده ی عمومی بر این است که در پاسخ به افزایش تولید رادیکال‌های آزاد و تحریک بیان ژن‌های آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، سوپراکسید دیسموتاز نیز افزایش می‌یابد.[۲۰-۱۵] مشخص شده است که هیدروژن پراکسید و سایر رادیکال‌های آزاد تولیدشده در فعالیت‌های ورزشی با فعال کردن فاکتور نسخه‌برداری هسته‌ای کاپا در سیتوزول و انتقال به دورن هسته‌ها، موجب افزایش بیان آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند سوپراکسید دیسموتاز در سلول‌های بدن می‌شود.[۲۰،۲۱] در پژوهش حاضر، تغییرات شاخص سوپراکسید دیسموتاز معنی‌دار نبود و این مغایرت ممکن است به علت تفاوت در مدت اجرای تمرین‌ها و پروتکل‌های ورزشی باشد، هم‌چنین ممکن است علت تفاوت به آزمودنی‌ها مربوط باشد که در برخی تحقیقات افراد مبتلا به بیماری کرونر قلبی مورد بررسی قرار گرفتند. علاوه بر این، گزارش شده که شدت تمرین ورزشی نسبت به مدت، در تغییرات سطوح این فاکتورها تاثیرگذار است.

به نظر می‌رسد به دنبال انجام تمرین ورزشی در هر دو برنامه تمرینی، سیستم دفاع سلولی سعی در برقراری تعادل و یا افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در مقابل شاخص‌های استرس اکسیداتیو دارد. در نتیجه تمرین ورزشی منظم و مستمر افراد را در مقابل افزایش شاخص‌های استرس اکسیداتیو مقاوم‌تر ساخته و زندگی سالم‌تری را تامین می‌کند. با توجه به عدم تفاوت معنی‌دار در بین دو گروه تمرینی، می‌توان اظهار داشت شرکت در برنامه تناوبی با شدت زیاد نیز همانند برنامه تداومی بر شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی تاثیرگذار است و با توجه به مدت زمان کم‌تر برنامه تمرینی می‌تواند مورد توجه مربیان قرار گیرد؛ اگرچه

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-09-12]
[DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.3.4.5]

که می‌بایست تحقیقات در شدت‌های متفاوت تمرینی ادامه یابد تا مشخص شود که در کدام شدت تمرینی، عملکرد بهینه و مطلوب شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی مشاهده خواهد شد.

عدم کنترل حالت روانی و شرایط روانی آزمودنی‌ها (پژوهشگر با دادن انگیزش به طور یکسان به همه آزمودنی-ها سعی در کنترل حالات روانی داشت) و عدم کنترل بر عوامل وراثتی و تفاوت‌های فردی آزمودنی‌ها و هم‌چنین عدم کنترل رژیم غذایی آزمودنی‌ها از جمله محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌باشد.

سپاسگزاری: پژوهش حاضر برگرفته از طرح پژوهشی مصوب معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد (کد طرح پژوهشی ٤٥٩٦٠) است و بدین‌وسیله از حمایت معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد تشکر و قدردانی می‌گردد.

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافعی در پژوهش حاضر وجود ندارد.

References

1. Mikirova NA, Casciari JJ, Hunninghake RE, Beezley MM. Effect of weight reduction on cardiovascular risk factors and CD34-positive cells in circulation. Int J Med Sci 2011; 8: 445-52.
2. Amirkhizi F, Siassi F, Dhahraki S, Jalali M. Valuation of oxidative stress and total antioxidant capacity in women with general and abdominal adiposity. Medical Journal of Mashhad University of Medical Sciences 2012; 55: 170-7. [Farsi]
3. Chrysohoou C, Panagiotakos DB, Pitsavos C, Skoumas I, Papademetrious L, Economou M, et al. The implication of obesity on total antioxidant capacity in apparently healthy men and women: The ATTICA study. Nutr Metab Cardiovasc Dis 2007;17: 590-7.
4. Torkanlou K, Bibak B, Abbaspour A, Abdi H, Saleh Moghaddam M, Tayefi M, et al. Reduced serum levels of zinc and superoxide dismutase in obese individuals. Ann Nutr Metab 2016; 69: 232-6.
5. Ozata M, Mergen M, Oktenli C, Aydin A, Sanisoglu Y, Bolu E, et al. Increased oxidative stress and hypozincemia in male obesity. Clin Biochem 2002; 35: 627-31.
6. 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: 134-6. [Farsi]
7. Yarmohammadi M, Abdi A. The effects of six weeks moderate-intensity aerobic training on plasma glutathione peroxidase and superoxide dismutase in women with type-2 diabetes. European Journal of Experimental Biology 2014; 4: 202-6.
8. Jahani GR, Firoozrai M, Matin-Homaee H, Tarverdizadeh B, Azarbayjani MA, Movaseghi GR, et al. The effect of continuous and regular exercise on erytrocyte antioxidative enzymes activity and stress oxidative in young soccer players. RJMS 2010; 17: 22-32. [Farsi] Available from: URL: http://rjms.iums.ac.ir/article-1-1481-en.html
9. Young IS, and McEwen J. Lipoprotein oxidation and atherosclerosis. Biochem Soc Trans 2001; 29: 358-62.
10. Memar Moghadam M, Talebi Garekani E. A comparison of total antioxidant capacity, oxidative stress status and lipoprotein profile in Cycling field and non-athletes. Sport and Biomedicine Science 2010; 2: 19-26. [Farsi]
11. Emadi S, Azamian Jazi A, Hemati S. Effect of 6 weeks of low-volume high-intensity interval training on antioxidant defense and aerobic power in female survivors of breast cancer. Medical Journal of Mashhad University of Medical Sciences 2018; 60: 779-1. [Farsi]
12. Ghorbanian B, Azali alamdari K, 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]
13. Schjerve IE, Tyldum GA, Tjønna AE, Stølen T, Loennechen JP, Hansen HE, et al. Both aerobic endurance and strength training programs improve cardiovascular health in obese adults. Clin Sci (Lond) 2008; 115: 283-93.
14. Parise G, Phillips SM, Kaczor JJ, Tarnopolsky MA. Antioxidant enzyme activity is upregulated after unilateral resistance exercise training in older adults. Free Radic Biol Med 2005; 39: 289-95.
15. Cunningham P, Geary M, Harper R, Stover S, Harper RK, Pendleton A, et al. High intensity sprint trainning reduces lipid peroxidation in fast-twitch skeletal muscle. Journal of Exercise Physiology (JEP) 2005; 8: 18-25.
16. Radak Z, Inoue A, Kizakit M, Ishis OH, Susuki K, Chin T, Noh O. Superoxide dismutase reduces oxidative damage in skeletal muscle of rats during exhaustive exercise. JAPPL Physiol 1995; 79: 129-35.
17. Chevion S, Moran D, Heled Y. Plasma antioxidant status and cell injury after severe physical Exercise. Proc Natl Acad Sci U S A 2003; 100: 5119–23.
18. Yagi K, Sato Y, Poortmans J, Hashimoto I, Oshida Y. Lipid peroxides and exercise. Med Sport Sci 1992; 37: 40-42.
19. Ghahremani Moghaddam M, Hejazi K. Effect of aerobic training on Endothelin-1 and Malondialdehyde in inactive elderly women. J Gorgan Univ Med Sci 2016; 18: 52-7. [Farsi]
20. Sari-Sarraf V, Amirsasan R, Zolfi H R. Effects of aerobic and exhaustive exercise on salivary and serum total antioxidant capacity and lipid peroxidation indicators in sedentary men. Feyz 2016; 20: 427-34. [Farsi]
21. Ghanbarzadeh M, Heyat F. Cellular and molecular mechanisms of the production of free radicals during exercise and their function on skeletal muscles. J Fasa Univ Med Sci 2017; 7: 1-11. [Farsi]

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-09-12]
[DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.3.4.5]

Original Article

Effects of High-Intensity Interval Training versus Moderate-Intensity Continuous Training on the Total Antioxidant Capacity, Malondialdehyde, and Superoxide Dismutase in Obese/Overweight Middle-Aged Women

Attarzadeh Hosseini SR[1], Moazzami M[1], Farahati S[2], Bahremand M[1], Sadegh Eghbali F[3]

[1]Department of Exercise Physiology, Faculty of Sports Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, [2]Department *of* Sports Sciences, Faculty of Humanities, Sadjad University, Mashhad, Iran, [3]Department of Exercise Physiology, Faculty of Sports Sciences, Tehran University, Tehran, I.R.Iran

e-mail: attarzadeh@um.ac.ir

Received: 15/02/2020 **Accepted**: 24/11/2020

Abstract

Introduction: The antioxidant system, which protects the body against the damaging effects of oxidants, can be affected by a variety of factors, including exercise. The present study aimed to compare the effects of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on the oxidative and antioxidant indices in overweight middle-aged women. Materials and Methods: A total of 30 inactive and obese/overweight women, aged 40-50 years, with a BMI>27 kg/m2, were randomized to high-intensity interval training, moderate-intensity continuous training, and control groups. The exercise intervention consisted of 12 weeks of training in three supervised sessions per week. Before and after the exercise program, the subjects' blood samples were tested for the total antioxidant capacity, malondialdehyde (MDA) level, and superoxide dismutase (SOD) level. Repeated measures ANOVA and student's t-test were applied in SPSS version 20 for data analysis (P<0.05). Results: The results showed that after 12 weeks of regular exercise, the total antioxidant capacity increased significantly in the groups of moderate-intensity continuous training and high-intensity interval training (P<0.05). Also, the results showed no significant differences in the MDA and SOD levels. Conclusion: Twelve weeks of high-intensity interval training or moderate-intensity continuous training both result in an increase in the total antioxidant capacity that could be effective in reducing the risk of atherosclerosis and cardiovascular disease.

Keywords: Oxidative stress, High-intensity interval training, Moderate-intensity continuous training, Antioxidant, Overweight, Obesity

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-09-12]

[DOR: 20.1001.1.16834844.1399.22.3.4.5]