پژوهش‌های فیزیولوژی و مدیریت در ورزش
دورهٔ ۱۶، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۴۰۳
ص ص : ۷۷ – ۶۳

تأثیر هشت هفته تمرین سی ایکس همراه با مصرف اینولین بر ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان و گلوتاتیون پراکسیداز زنان مبتلا به سندرم متابولیک

زینت اربابی[۱] – عبدالعلی بنائی‌فر *[۲] – سجاد ارشدی[۳] – حمید طباطبایی[۴]

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران ۲. دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران ۳ و ۴. استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

(تاریخ دریافت : ۲۴/ ۰۴/ ۱۴۰۲ ، تاریخ تصویب : ۰۹/۲۰/ ۱۴۰۲)

چکیده

هدف مطالعه حاضر تعیین اثر هشت هفته تمرینات سی ایکس توأم با مصرف اینولین بر ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان و گلوتاتیون پراکسیداز در زنان چاق دارای سندرم متابولیک بود. ۴۸ زن چاق دارای سندرم متابولیک غیرفعال در دامنه سنی ۳۰ تا ۴۰ سال به شیوه تصادفی در چهار گروه ۱۲ نفری گروه کنترل، اینولین، تمرین سی ایکس و گروه ترکیبی قرار گرفتند. پس از اندازه‌گیری شاخص‌های آنتروپومتریکی، از افراد به‌صورت ناشتا مقدار ۵ سی سی خون از ورید بازویی جهت اندازه‌گیری ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان و گلوتاتیون پراکسیداز گرفته شد. سپس مداخله‌های مذکور انجام گرفت. نهایتاً، نمونه‌گیری مجدد خون بعد از ۴۸ ساعت و همچنین اندازه‌گیری شاخص‌های آنتروپومتریکی صورت گرفت (پس‌آزمون). آزمون آنکووا آشکار نمود که تمرین سی ایکس، اینولین و سی ایکس توأم با مصرف اینولین به بهبود شاخص‌های آنتروپومتریکی منجر می‌شود (P≤۰/۰۵). در مقایسه با گروه کنترل، تمرینات سی ایکس و تمرینات سی ایکس توأم با مصرف اینولین به افزایش ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان منجر شد (P=۰/۰۰۱). تفاوت معنی‌داری در تغییرات گلوتاتیون پراکسیداز بین گروه‌های موردمطالعه وجود نداشت (P=۰/۰۷۲). بر پایه یافته‌های موجود این‌گونه می‌توان نتیجه‌گیری کرد که اجرای تمرینات سی ایکس توأم با مصرف اینولین با افزایش عملکرد آنتی‌اکسیدانی بیشتری نسبت به اعمال هر یک از آن‌ها به‌تنهایی در زنان دارای سندرم متابولیک است. بااین‌وجود، درک بیشتر مکانیسم‌های عهده‌دار اثر اینولین و تمرین سی ایکس بر عملکرد آنتی‌اکسیدانی نیازمند مطالعات بیشتر در این زمینه است.

واژه‌های کلیدی

اینولین، تمرین سی ایکس، سندرم متابولیک، عملکرد آنتی‌اکسیدانی.

* نویسندهٔ مسئول : پست الکترونیکی: A_banaeifar@azad.ac.ir

مقدمه

خودکار شدن کار و سبک‌زندگی بی تحرک به‌شدت بر نسل کنونی تأثیر گذاشته است (۱). چاقی به‌عنوان یک اپیدمی جهانی تحت‌تأثیر عوامل محیطی و ژنتیکی در نظر گرفته می‌شود (۲). عوارض چاقی از جمله دیابت نوع ۲، عوارض روانی اجتماعی و بیماری‌های قلبی عروقی و تنفسی بر جامعه تأثیر منفی می‌گذارد (۳). چاقی یکی از شایع‌ترین اختلالات سندرم متابولیک است و در قرن بیست و یکم به یک نگرانی عمده برای سلامت عمومی جهانی تبدیل شده است (۴). هزینه‌های دیابت در کشورهای توسعه‌یافته بیشتر از کشورهای در حال توسعه است (۵). پیش بینی می‌شود که شیوع دیابت تا سال ۲۰۳۰ افزایش یابد (۶). جمعیت ۴۵ تا ۶۴ ساله بیشترین آسیب را دارند و اوج فعالیت اجتماعی و اقتصادی را ارائه می‌دهند (۷). بنابراین، شیوع بالای دیابت در جمعیت شاغل بر اقتصاد تأثیر منفی می‌گذارد (۸). با این حال، در کشورهای توسعه‌یافته، دیابت در افراد مسن (بیش از ۶۵ سال) شیوع بیشتری دارد (۹). پیشرفت سریع شهرنشینی، تغییر در عادات غذایی، کاهش فعالیت بدنی و افزایش چاقی از عوامل مهم در افزایش شیوع دیابت بوده است (۱). تحقیقات گسترده نشان‌می‌دهد که ترکیبی از اقدامات سبک‌زندگی، از جمله حفظ شاخص توده بدنی ۲۵ کیلوگرم بر متر مربع یا کمتر، پیروی از رژیم غذایی حاوی مقادیر زیادی فیبر گیاهی، چربی‌های غیر اشباع، سطوح پایین چربی‌های اشباع شده و قند، و ورزش منظم می‌تواند خطر ابتلا به دیابت را تا ۹۰ درصد کاهش دهد (۱۰). برنامه‌های تمرین ورزشی تأثیر قابل توجهی بر مکانیسم‌های فیزیولوژیکی، روانی و بیوشیمیایی دارند (۱). اثربخشی ورزش بر فرآیندهای متابولیک با افزایش حساسیت به انسولین، بهبود تحمل گلوکز و کاهش وزن به خوبی نشان داده شده است (۱۱). افراد مبتلا به سندرم متابولیک به‌نوعی متحمل ناهنجاری‌های وابسته به بیماری‌های قلبی-عروقی، دیابت نوع ۲، فشارخون، اختلالات متابولیکی و استرس اکسیداتیو نیز هستند (۱۳،۱۲). بین آن‌ها استرس اکسیداتیو یکی از اختلالات متابولیکی است که این بیماران متحمل می‌شوند. استرس اکسیداتیو درواقع عدم تعادل نسبت بین اکسیدان‌ها (رادیکال آزاد) و آنتی‌اکسیدان‌ها است که طی آن در وضعیت ردوکس بدن و واکنش‌های اکسایش اختلال به وجود می‌آید. این اختلال حاصل افزایش رادیکال آزاد و عدم تعادل بین تولید و حذف گونه‌های فعال در بدن و کاهش توان سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی است (۱۴).

در شرایط استرس اکسیداتیو، سیستم آنتی‌اکسیدانی با افزایش تولید آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی و غیر آنزیمی نظیر سوپراکسیدازدیسموتاز (SOD)، کاتال از (CAT) و گلوتاتیون پراکسیداز (GPX) با هدف کاهش استرس اکسیداتیو و مهار اکسیدان‌ها یا رادیکال‌های آزاد وارد عمل می‌شود (۱۶،۱۵). در یک تعریف کلی، آنتی‌اکسیدان‌ها سلول‌های بدن را در برابر آسیب اکسایش در طول دوره‌های افزایش تولید اکسیدان‌ها حفاظت می‌کند (۱۷). بین آنتی‌اکسیدان‌ها، GPX از مهم‌ترین آنتی‌اکسیدانی‌های آنزیمی معرفی‌شده است. به‌طوری‌که برداشت متابولیت‌های سمی اکسیژن توسط آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی به‌ویژه گلوتاتیون پراکسیداز صورت‌می‌گیرد. تمرین ورزشی استقامتی افزایش ۲۰ تا ۱۷۷ درصدی را در فعالیت GPX در عضلات اسکلتی موجب می‌شود درواقع باعث افزایش پاسخ‌های آنتی‌اکسیدانی در برابر استرس اکسیداتیو در بافته‌ای مختلف بدن می‌شود (۱۸). جدا از GPX، کاهش ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان نیز در حضور چاقی و سندرم متابولیک گزارش‌شده است (۱۹). به‌طوری‌که سطوح آن به‌عنوان یک شاخص ضد استرس اکسیداتیو دارای ارتباط معکوس و معنی‌داری با سطوح گلوکز و عوامل خطرساز قلبی در بیماران سندرم متابولیک گزارش‌شده است (۲۰).

در میان مداخلات درمانی، ورزش منظم می‌تواند با افزایش قدرت آنتی‌اکسیدانی، استرس اکسیداتیو را کاهش داده و اثرات مطلوبی بر تغییرات سایتوکین‌ها داشته‌باشد. شواهد قطعی در مورد تأثیر دوره‌های تمرین استقامتی بر افزایش قدرت آنتی‌اکسیدانی وجود دارد (۲۲،۲۱). ورزش با شدت متوسط منجر به افزایش قابل‌توجه ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی می‌شود (۲۱). فعالیت بدنی هوازی شدید با افزایش ترشح هورمون‌هایی مانند اپی نفرین یا کاتکولامین‌ها بر فرآیند استرس اکسیداتیو تأثیر می‌گذارد و باعث افزایش استرس اکسیداتیو و پراکسیداسیون لیپیدی می‌شود (۲۲). بااین‌وجود، کانتر و همکاران عدم تغییرات در مقادیر SOD، KAT و GPX به‌دنبال ۲۱ هفته تمرین استقامتی در مردان سالم غیرفعال گزارش کردند (۲۳). علیرغم تناقضات موجود در یافته‌های مطالعات فوق، تاکنون مطالعه‌ای که اثرات فیزیولوژیکی یا متابولیکی تمرینات سی ایکس را در جمعیت‌های سالم یا بیمار آزمایش کند، انجام نشده است. در بین روش‌های تمرین، سی ایکس یکی از ورزش‌های جدید کمتر شناخته‌شده است که توسط لس میلز در دهه گذشته معرفی شد. اخیراً در باشگاه‌ها و مراکز تناسب‌اندام محبوبیت خاصی پیدا کرده است و هدف از این ورزش تمرکز روی بالاتنه و عضلات آن است و هدف اصلی آن تقویت عضلات مرکزی بدن است (۲۴). باوجود این، علیرغم اثربخشی آن در کاهش وزن و توده چربی، اثرات متابولیکی آن به‌ویژه در افراد چاق یا سندرم متابولیک مورد ارزیابی قرار نگرفته است و با توجه به ویژگی‌های مذکور طرح این فرضیه که اجرای منظم و طولانی‌مدت آن به‌ویژه روی جمعیت‌های چاق با اثرات متابولیکی و آنتی‌اکسیدانی قابل‌بررسی است.

از طرفی اخیراً اشاره شده است که استفاده از مکمل‌های دارویی یا گیاهی برخی از اثرات مضر چاقی و بیماری‌های مرتبط با آن را کاهش می‌دهد. دراین‌بین اینولین در طبقه مکمل‌های دارویی با منشأ گیاهی قرار می‌گیرد. فروکتان‌های اینولین در گروه فیبرهای محلول طبقه‌بندی می‌شوند و در غذاهایی مانند پیاز، سیر، موز، جوانه گندم و ریشه کاسنی یافت می‌شوند (۲۵). ذکرشده است که مکمل اینولین برخی از شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی را در زنان دیابتی بهبود می‌بخشد. یافته‌ها نشان‌می‌دهد که مکمل اینولین احتمالاً غلظت چربی خون و فشارخون را در زنان دیابتی بهبود می‌بخشد. فیبرهای پربیوتیکی اینولین فشارخون را با بهبود شاخص گلیسمی و افزایش حساسیت به انسولین کنترل می‌کنند (۲۶). تجویز اینولین در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو اختلالات لیپیدی و شاخص التهابی خون را بهبود می‌بخشد و بر طبق یک آنالیز، مکمل اینولین می‌تواند الگوی پپتیدی سرم را در افراد لیپیدمیک بهبود بخشد (۲۷). همچنین اخیراً آلدوبایان و همکاران تأثیر مثبت مکمل اینولین بر شاخص‌های التهابی در افراد دارای اضافه وزن گزارش نموده‌اند (۲۸). از طرف دیگر مطالعاتی چون مطالعه مهربانی و همکاران عدم تأثیر مکمل اینولین بر بیومارکرهای التهابی در زنان مبتلا به چاقی و افسردگی را نشان داده است (۲۹).

باوجود شواهد ذکرشده و تجویز مداخلات درمانی از جمله رژیم غذایی همراه با مصرف مکمل‌های دارویی، روند روبه‌رشد چاقی به‌دلیل عوامل محیطی و ارثی همچنان رو به افزایش است. همچنین، عدم تعادل بین اکسیدان‌ها و آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی یا غیر آنزیمی در این افراد همیشه مطرح بوده است و پاسخ آنها به محرک‌های درونی و بیرونی همیشه در کانون توجه محققان علوم سلامت و تندرستی قرار داشته است. بین آنها پاسخ معرف‌های استرس اکسیداتیو و آنتی‌اکسیدان به متدهای تمرینی مختلف در این جمعیت‌ها همیشه مورد مطالعه قرار گرفته است. از طرفی، اخیراً نقش مکمل‌های پروتئینی یا تغذیه‌ای به موازات تمرینات ورزشی با اهداف درمانی جایگاه ویژه‌ای

پیدا نموده‌است. به‌طوری‌که مطالعات جدا از مکمل‌هایی نظیر سلیمارین، گلوتامین، پروتئین وی، و دیگر مکمل‌ها با منشأ گیاهی در خصوص پاسخ یا سازگاری تعیین کننده های استرس اکسیداتیو و پاسخ‌های جبرانی مولفه‌های آنتی اکسیدانی به تمرینات ورزشی توأم با مصرف اینولین کمتر گزارش شده است. از سوی دیگر، مطالعاتی که به‌دنبال تأثیر مستقیم یا غیرمستقیم مکمل اینولین و ورزش بر شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی هستند، کمتر به چشم می‌خورد؛ بنابراین، با توجه به شواهد محدود در این زمینه، در مطالعه حاضر، تأثیر هشت هفته ورزش همراه با مصرف اینولین بر شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی (ظرفیت کل آنتی‌اکسیدانی، گلوتاتیون پراکسیداز) در زنان مبتلا به سندرم متابولیک موردبررسی قرار گرفت.

روش‌شناسی پژوهش

این تحقیق از نوع نیمه تجربی و به‌لحاظ هدف کاربردی بود. طرح موردنظر برای این تحقیق که شامل مداخله تمرینی و مکمل مصرفی بود، از نوع پیش‌آزمون- پس‌آزمون است.

جامعه آماری پژوهش حاضر زنان چاق یا دارای اضافه‌وزن در منطقه ۲۲ تهران بودند. نمونه آماری شامل ۴۸ زن بزرگسال مبتلا به سندرم متابولیک غیرفعال بود که پس از اطمینان از معیارهای ورود، از جامعه آماری به‌طور تصادفی برای شرکت در مطالعه انتخاب شدند. قبل از شروع پژوهش، ماهیت، اهداف و خطرات این مطالعه در یک جلسه حضوری برای آزمودنی‌ها توضیح داده شد و رضایت کتبی از آن‌ها برای شرکت در این پژوهش اخذ شد. با توجه به هزینه‌ی بالای تست‌های آزمایشگاهی و همچنین تعداد نمونه در سایر مطالعات مشابه (۳۰-۳۲) که با اهدافی مشابه با مطالعه‌ی حاضر روی دیگر جمعیت‌های سالم یا بیمار انجام گرفته است حجم نمونه در مطالعه‌ی حاضر با تعداد ۱۲ نفر در هر گروه تنظیم شد.

معیارهای ورود به مطالعه شامل سالم بودن بر اساس پرسش‌نامه تندرستی، مصرف نکردن دارو، استعمال نکردن دخانیات و شرکت نکردن در هیچ برنامه تمرینی حداقل ۶ ماه پیش از شرکت در برنامه تمرینات این تحقیق بود. همچنین از معیارهای ورود به تحقیق شامل دارا بودن چاقی شکمی به‌عنوان یک معیار اجباری (دور کمر بالاتر از ۹۱/۵ سانتی‌متر) به‌همراه دارا بودن شاخص توده بدنی بالاتر از ۳۰ بود (۳۲،۳۰).

ابتدا شاخص‌های آنتروپومتریک افراد موردمطالعه در هر ۴ گروه اندازه‌گیری شد. افراد موردمطالعه پس از ۱۰ تا ۱۲ ساعت گرسنگی شبانه (ناشتا) در محیط آزمایشگاه حضور داشتند و پس از ۱۵ دقیقه استراحت، ۵ سی‌سی خون از ورید بازویی آن‌ها در حالت نشسته بین ساعت ۸ تا ۹ صبح گرفته شد (پیش‌آزمون). سپس مداخلات دارویی و تمرینات سی ایکس به‌مدت ۸ هفته بر روی گروه‌های موردمطالعه اعمال شد؛ بنابراین، در گروه دوم (گروه سی ایکس)، آزمودنی‌ها یک دوره تمرینات سی ایکس را به‌مدت ۸ هفته (۳ جلسه در هفته) انجام دادند. در گروه سوم (گروه اینولین)، آزمودنی‌ها روزانه ۵ گرم اینولین را در دو نوبت صبح و عصر (درمجموع ۱۰ گرم) به‌مدت ۸ هفته مصرف کردند. در گروه چهارم (گروه ترکیبی)، آزمودنی‌ها یک دوره تمرین سی ایکس را به‌مدت ۸ هفته (۳ جلسه در هفته) انجام دادند و در طول دوره روزانه ۵ گرم اینولین در دو نوبت صبح و عصر مصرف کردند (درمجموع ۱۰ گرم)؛ اما در گروه اول (کنترل) آزمودنی‌ها به الگوی زندگی معمول خود که قبل از مطالعه داشتند ادامه دادند و هیچ‌گونه مداخله ورزشی یا دارویی روی آن‌ها انجام نشد. ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی، آزمودنی‌ها در هر ۴ گروه موردمطالعه پس از ۱۰ تا ۱۲ ساعت گرسنگی شبانه (ناشتا)

مجدداً در آزمایشگاه هماتولوژی حضور یافتند و نمونه‌گیری خون مشابه مرحله قبل (پس‌آزمون) انجام شد. همچنین اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریک مشابه مرحله قبل در همه آزمودنی‌ها تکرار شد.

پروتکل تمرینات سی ایکس

تمرینات سی ایکس در جلسات تمرینی ۳۰ دقیقه‌ای انجام می‌گیرد. اگرچه توزیع شدت و مدت در جلسات تمرینی این متد تمرینی تاکنون در هیچ مطالعه‌ای در قالب جدول ارائه نشده است اما این تمرین اصولاً در ۶ مرحله اصلی زیر انجام می‌گیرد:

گرم کردن: انجام حرکات مختلف کششی تا موجب آماده‌سازی عضلات شوند.

حرکات قدرتی و استقامتی مربوط به عضلات مرکزی یک: این حرکات معمولاً در حالت درازکش یا معلق بر روی دست‌ها انجام شود.

حرکات استقامتی ایستاده یک: حرکاتی که در حالت ایستاده انجام می‌شوند و قسمت بالایی و پایینی بدن را درگیر می‌کند.

حرکات استقامتی ایستاده دو: این حرکات هم در حالت ایستاده انجام می‌شوند و بر روی ماهیچه‌های سرینی، باسن و پا تأثیر می‌گذارند.

حرکات قدرتی و استقامتی مربوط به عضلات مرکزی دو: این حرکات بر چرخش و تقویت ماهیچه‌های بیرونی شکم کار می‌کند.

حرکات قدرتی و استقامتی مربوط به عضلات مرکزی سه: این حرکات بر روی عضلات کمر متمرکز می‌شوند و باعث تقویت آن نیز می‌شوند.

در مطالعه حاضر تمرینات سی ایکس مطابق با اصول اصلی تمرین انجام شد اما شدت تمرین در هر جلسه بر پایه مقیاس درک فشار (شاخص بورگ) کنترل شد.

نمونه‌گیری خون و آنالیز متغیرهای بیوشیمیایی

بر پایه آنچه قبلاً اشاره شد نمونه‌گیری‌های خون در شرایط پیش و پس‌آزمون، بعد از ۱۰ تا ۱۲ ساعت گرسنگی شبانه (ناشتا) بین ساعت ۸ تا ۹ صبح انجام گرفت. به‌طوری‌که هر آزمودنی بعد از حضور در آزمایشگاه به‌مدت ۱۵ دقیقه استراحت نمود. سپس مقدار ۵ سی‌سی خون از ورید بازویی در حالت نشسته با هدف اندازه‌گیری متغیرهای وابسته گرفته شد. نمونه‌های خون بلافاصله پس از نمونه‌گیری به‌مدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۵۰۰ RPM جهت جداسازی سرم سانتریفیوژ شدند و تا زمان اندازه‌گیری در دمای منفی ۸۰ درجه فریز شدند.

ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان با استفاده از کیت تخصصی شرکت نوند سلامت (ایران) به‌روش کالریمتریک-فلوریمتریک اندازه‌گیری شد.

کیت گلوتاتیون پراکسیداز نیز توسط شرکت فراتشخیص از کمپانی زلیبو آلمان تهیه و به‌روش کالری متری با ضریب تغییرات درون‌گروهی ۳/۵ و برون‌گروهی ۴/۷ درصد و حساسیت ۰/۵ U/mL اندازه‌گیری شد.

تحلیل آماری

مقایسه‌های آماری در محیط نرم‌افزارSPSS نسخه ۲۲ انجام گردید. جهت اطمینان از توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد. جهت مقایسه داده بین گروه‌ها از آزمون آنکووا همراه با تست تعقیبی بونفرونی استفاده گردید. از آزمون تی همبسته نیز جهت تعیین سطح تغییرات درون‌گروهی استفاده شد. در سطح معناداری ($P\leq ۰/۰۵$) انجام شد.

یافته‌ها

اطلاعات شاخص‌های آنتروپومتریکی در وضعیت پیش‌آزمون در جدول ۱ ارائه‌شده است.

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد شاخص‌های آنتروپومتریکی در وضعیت پیش‌آزمون بین گروه‌های موردمطالعه

متغیر	گروه کنترل	گروه ورزش	گروه اینولین	گروه ترکیبی	Sig
سن (سال)	۳۸/۳۳ ± ۳/۷۳	۳۶/۸۳ ± ۳/۲۴	۳۷ ± ۴/۶۳	۳۸/۵ ± ۲/۳۶	۰/۵۵۲
قد (سانتی‌متر)	۱۶۶ ± ۴	۱۶۴ ± ۵	۱۶۶ ± ۵	۱۶۴ ± ۵	۰/۶۴۰
وزن (کیلوگرم)	۹۰/۶ ± ۳/۵۹	۸۸/۷ ± ۴/۳۸	۸۹/۷ ± ۴/۸۲	۸۸/۳ ± ۵/۱۲	۰/۵۹۴
محیط شکم (سانتی‌متر)	۱۰۷ ± ۶	۱۰۶ ± ۷	۱۰۸ ± ۶	۱۰۷ ± ۶	۰/۸۴۹
محیط باسن (سانتی‌متر)	۱۱۰ ± ۷	۱۰۸ ± ۱۰	۱۰۷ ± ۶	۱۰۷ ± ۷	۰/۸۲۴
نسبت دور کمر به باسن (WHR)	۰/۹۷ ± ۰/۸۵	۰/۹۸ ± ۰/۷	۱ ± ۰/۸۵	۱ ± ۰/۸۵	۰/۷۴
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۳۳/۰۳ ± ۱/۷۰	۳۳/۰۸ ± ۱/۳۳	۳۲/۷۱ ± ۰/۷۱	۳۲/۷۷ ± ۱/۰۴	۰/۸۴۶

برای مقایسه سطوح پایه (پیش‌آزمون) شاخص‌های آنتروپومتریکی بین گروه‌ها از آزمون آنووای یک‌سویه استفاده شد. بر پایه محاسبات آماری، تفاوت معنی‌داری در هر یک از شاخص‌های آنتروپومتریکی بین گروه‌ها مشاهده نشد ($P\geq ۰/۰۵$) (جدول ۱). در ادامه به ارائه تغییرات درون‌گروهی شاخص‌های آنتروپومتریکی در وضعیت پیش‌آزمون بین گروه‌های موردمطالعه پرداخته می‌شود (جدول ۲).

جدول ۲. تغییرات درون‌گروهی شاخص‌های آنتروپومتریکی در وضعیت پیش‌آزمون بین گروه‌های موردمطالعه (مقایسه بر اساس آزمون تی مستقل)

متغیر	مرحله	گروه کنترل	گروه ورزش	گروه اینولین	گروه ترکیبی
وزن (کیلوگرم)	پیش‌آزمون	۹۰/۶ ± ۳/۵۹	۸۸/۷ ± ۴/۳۸	۸۹/۷ ± ۴/۸۲	۸۸/۳ ± ۵/۱۲
	پس‌آزمون	۹۱/۰۴ ± ۳/۲۶	۸۵/۸۸ ± ۴/۱۱	۸۹/۲۵ ± ۴/۸۶	۸۲ ± ۴/۴۲
	Sig	۰/۰۲۵*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*
محیط شکم (سانتی‌متر)	پیش‌آزمون	۱۰۷ ± ۶	۱۰۶ ± ۷	۱۰۸ ± ۶	۱۰۷ ± ۶
	پس‌آزمون	۱۰۷ ± ۵	۱۰۰ ± ۸	۱۰۷ ± ۶	۱۰۰ ± ۵
	Sig	۰/۶۸۹	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*
محیط باسن (سانتی‌متر)	پیش‌آزمون	۱۱۰ ± ۷	۱۰۸ ± ۱۰	۱۰۷ ± ۶	۱۰۷ ± ۷
	پس‌آزمون	۱۱۱ ± ۷	۱۰۳ ± ۹	۱۰۷ ± ۶	۱۰۰ ± ۶
	Sig	۰/۰۰۲*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	پیش‌آزمون	۳۳/۰۳ ± ۱/۷۰	۳۳/۰۸ ± ۱/۳۳	۳۲/۷۱ ± ۰/۷۱	۳۲/۷۷ ± ۱/۰۴
	پس‌آزمون	۳۳/۲۱ ± ۱/۷۰	۳۲/۰۵ ± ۱/۴۸	۳۲/۵۴ ± ۰/۷۳	۳۰/۴۵ ± ۰/۹۸
	Sig	۰/۰۲۲*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*

آزمون تی مستقل $P\leq ۰/۰۵$ اختلاف معنی‌دار

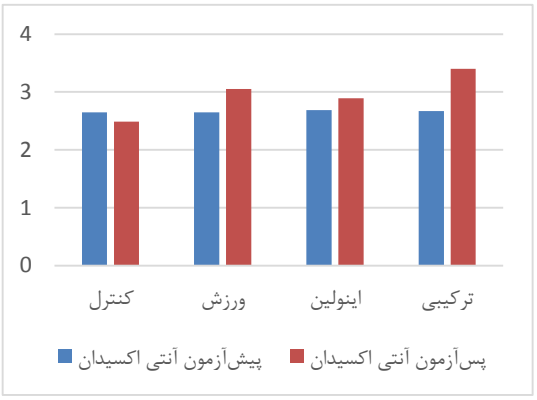
برای تغییرات درون‌گروهی متغیرهای تحقیق از آزمون تی همبسته استفاده شد. همان طور که در جدول ۳ قابل مشاهده است یافته‌ها آشکار نمود که در هر سه گروه، مداخله به افزایش معنی‌دار ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان نسبت

به پیش‌آزمون منجر شد اما متغیر گلوتاتیون پراکسیداز در گروه ترکیبی تغییر معنی‌داری پیدا نکرد اما در گروه اینولین و ترکیبی به میزان معنی‌داری نسبت به پیش‌آزمون افزایش یافت. تغییرات میانگین ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان و ظرفیت گلوتاتیون پراکسیداز در گروه‌های مختلف طی مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در نمودار ۱ و ۲ آورده شده است.

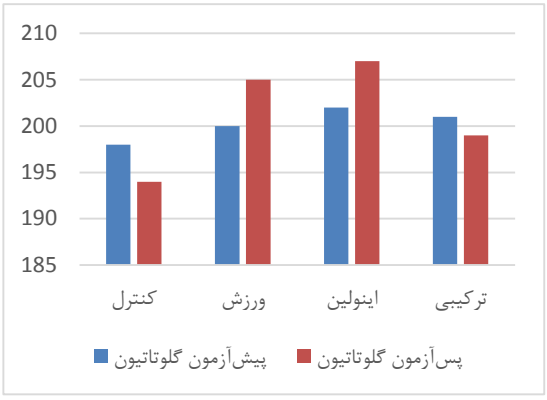
جدول ۳. مقادیر مربوط به تغییرات درون‌گروهی متغیرهای تحقیق در گروه‌های موردمطالعه

متغیر	گروه	کنترل	ورزش	اینولین	ترکیبی
ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان	پیش‌آزمون	۲/۵۶۰ ± ۰/۲۵۱	۲/۶۵۲ ± ۰/۲۲۴	۲/۶۹۵ ± ۰/۱۵۸	۲/۶۷۷ ± ۰/۱۷۸
	پس‌آزمون	۲/۴۹۷ ± ۰/۲۲۵	۳/۰۵۹ ± ۰/۳۴۱	۲/۸۹۲ ± ۰/۱۶۹	۳/۴۰۷ ± ۰/۲۰۷
	Sig	۰/۵۱۰	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*
گلوتاتیون پراکسیداز	پیش‌آزمون	۱۹۸ ± ۱۶	۲۰۰ ± ۱۱	۲۰۲ ± ۱۱	۲۰۱ ± ۱۴
	پس‌آزمون	۱۹۴ ± ۱۶	۲۰۵ ± ۱۱	۲۰۷ ± ۱۲	۱۹۹ ± ۱۶
	Sig	۰/۴۸۱	۰/۰۳۶*	۰/۰۰۹*	۰/۳۹۶

آزمون تی همبسته P≤۰/۰۵ اختلاف معنی‌دار



نمودار ۱. تغییرات میانگین ظرفیت تام آنتی اکسیدان در گروه‌های مختلف طی مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون



نمودار ۲. تغییرات میانگین ظرفیت گلوتاتیون پراکسیداز در گروه‌های مختلف طی مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

برای بررسی تأثیر تمرینات سی ایکس ورکس توأم با مصرف اینولین بر ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان و گلوتاتیون پراکسیداز در زنان مبتلا به سندرم متابولیک، از آزمون آنکووا استفاده شد؛ جدول ۴، نتایج آزمون آنکووا مربوط به مقایسه متغیرهای تحقیق بین گروه‌های موردمطالعه را نشان‌می‌دهد. با مشاهده سطح معنی‌داری برای متغیر ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان (P≤۰/۰۵) فرض صفر رد می‌شود و می‌توان گفت که تفاوت معنی‌داری در تغییرات ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان بین گروه‌های موردمطالعه وجود دارد؛ اما برای متغیر گلوتاتیون پراکسیداز با مشاهده سطح معنی داری (P=۰/۰۷۲) فرض صفر پذیرفته می‌شود و می‌توان گفت که تفاوت معنی‌داری در تغییرات گلوتاتیون پراکسیداز بین گروه‌های موردمطالعه وجود ندارد.

جدول ۴. نتایج آزمون آنکووا مربوط به مقایسه متغیرهای تحقیق بین گروه‌های موردمطالعه

متغیر	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	Sig
ظرفیت آنتی‌اکسیدان	۴/۳۹۶	۳	۱/۴۶۵	۲۹/۶۱۳	۰/۰۰۱*
گلوتاتیون پراکسیداز	۹۳۶/۲۷۸	۳	۳۱۲/۰۹۳	۲/۵۰۳	۰/۰۷۲

آزمون آنکووا ۰/۰۵ ≥P اختلاف معنی‌دار

از طرفی، نتایج حاصل از آزمون پیگرد بونفرونی (جدول ۵) آشکار نمود که در مقایسه با گروه کنترل، میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدان در گروه ورزش و ترکیبی معنی‌دار است. به عبارتی، سطوح ظرفیت آنتی‌اکسیدان در گروه ورزش و ترکیبی به میزان معنی‌داری نسبت به گروه کنترل کاهش یافت. همچنین تفاوت معنی‌داری بین گروه ورزش و ترکیبی با گروه اینولین مشاهده شد. بااین‌وجود، تفاوت معنی‌داری در سطوح ظرفیت آنتی‌اکسیدان بین گروه ترکیبی با گروه ورزش مشاهده نشد.

جدول ۵. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی برای مقایسه متغیرهای تحقیق در گروه‌ها

متغیر	گروه	کنترل	ورزش	اینولین	ترکیبی
ظرفیت آنتی‌اکسیدان	کنترل	********	۰/۰۰۱*	۰/۹۹۹	۰/۰۰۱*
	ورزش	۰/۰۰۱*	********	۰/۰۰۱*	۰/۷۵۱
	اینولین	۰/۹۹۹	۰/۰۰۱*	********	۰/۰۰۱*
	ترکیبی	۰/۰۰۱*	۰/۷۵۱	۰/۰۰۱*	********

آزمون تعقیبی بونفرونی ۰/۰۵ ≥P اختلاف معنی‌دار

بحث و نتیجه‌گیری

اثربخشی تمرینات سی ایکس همراه با مصرف اینولین بر عملکرد آنتی‌اکسیدانی زنان مبتلا به سندرم متابولیک، یافته اصلی این مطالعه است. به‌عبارت‌دیگر، بدون توجه به عدم‌تغییر گلوتاتیون پراکسیداز، ۸ هفته تمرین سی ایکس به‌مدت ۳ جلسه در هفته همراه با مصرف روزانه ۱۰ گرم اینولین در قالب دو وعده ۵ گرمی با اثرات افزایش ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی در زنان چاق با سندرم متابولیک همراه بود. در یک نگاه، اگرچه اجرای تمرینات سی ایکس اثر آنتی‌اکسیدانی داشت، اما عملکرد آنتی‌اکسیدانی ترکیب تمرینات سی ایکس با مصرف اینولین بیشتر از اجرای تمرینات سی ایکس قابل‌توجه است. در مورد اثرات آنتی‌اکسیدانی تمرینات سی ایکس و مصرف اینولین به‌خصوص در افراد مبتلا به سندرم متابولیک، هیچ پیشینه‌ای مشاهده نمی‌شود. بااین‌وجود، برخی از مطالعات به‌نوعی از اثرات آنتی‌اکسیدانی اینولین حمایت کرده‌اند. از سوی دیگر، برخی مطالعات دیگر که روش‌های تمرینی آن‌ها از جهاتی مشابه سی ایکس است، با اثرات آنتی‌اکسیدانی همراه بوده است، هرچند یافته‌های متناقضی نیز مشاهده می‌شود.

در زمینه یافته‌های مطالعه حاضر، تمرینات سی ایکس و ترکیب آن با اینولین به افزایش قابل‌توجه ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان منجر شد. در تأیید یافته‌ها مطالعه حاضر، حجازی و همکاران (۲۰۱۴) به افزایش ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان متعاقب ۱۲ هفته تمرین هوازی در زنان چاق اشاره داشته‌اند (۳۳). افزایش ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان و بهبود نیمرخ چربی همچنین توسط مهربانی و همکاران (۲۰۱۴) به‌دنبال ۱۴ هفته تمرین تناوبی هوازی در زنان سالم گزارش‌شده است (۳۴). در مطالعه ماجرسزاک و همکاران (۲۰۱۰)، ۵ هفته تمرین هوازی با شدت متوسط

به افزایش سوپراکسیداز دیسموتاز و VO2max و یک تمایل در افزایش ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان در زنان جوان دارای وزن نرمال منجر شد که از اثرات آنتی‌اکسیدانی تمرین استقامتی حتی کوتاه‌مدت حمایت می‌کند (۳۵). فاتوروس و همکاران (۲۰۰۴) گزارش نموده‌اند که ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان در حالت استراحت و پس از یک تست تردمیل تا واماندگی متعاقب ۴ ماه تمرین هوازی در افراد سالمند به میزان معنی‌داری افزایش می‌یابد(۳۶). بااین‌وجود، برخلاف یافته‌های مطالعه حاضر، یوسف پور و همکاران (۲۰۱۸) به عدم‌تغییر ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان بافت کبدی موش‌های صحرایی در پاسخ به ۸ هفته تمرین تناوبی اشاره نموده‌اند (۳۷). در مطالعه عزیز بیگی و همکاران (۲۰۱۳) نیز ۸ هفته تمرین مقاومتی پیش‌رونده علیرغم اینکه به افزایش فعالیت سوپراکسیداز دیسموتاز در مردان غیر ورزش‌کار منجر شد اما تغییری در ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان مشاهده نشد (۳۸). شواهد موجود از تناقض در پاسخ یا سازگاری ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان به متدهای تمرینی مختلف اشاره دارد. این تناقض را می‌توان به نوع، مدت، شدت تمرین یا تفاوت در جمعیت موردمطالعه نسبت داد. یافته‌های مطالعه حاضر نیز در تأیید برخی گزارش‌ها به بهبود قابل‌توجه ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان در پاسخ به تمرینات سی ایکس اشاره دارد. بااین‌وجود، مصرف اینولین به‌تنهایی با تغییر در ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان نسبت به گروه کنترل منجر نشد و این عدم تأثیر را شاید بتوان به دوز مصرفی یا طول دوره مکمل‌سازی نسبت داد. در این زمینه، زاری سکوسا نیز اشاره داشته‌اند که تغذیه موش‌های آزمایشگاهی توسط اینولین با تغییرات معنی‌داری در ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان، گلوتاتیون پراکسیداز و سوپراکسیداز دیسموتاز همراه نیست (۳۹). این در حالی است که بیماران سندرم متابولیک از سطوح پایین‌تر ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان نسبت به افراد سالم برخوردارند. در یک جمع‌بندی، علیرغم عدم تفاوت در تغییرات ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان در گروه اینولین نسبت به گروه کنترل، اما در گروه‌های ورزش و گروه ترکیبی به میزان معنی‌داری نسبت به هر دو گروه کنترل و اینولین افزایش یافت. از طرفی، تفاوت معنی‌داری بین گروه ورزش و ترکیبی مشاهده نشد. این یافته‌ها به‌نوعی به این نکته اشاره دارد که مصرف اینولین به‌تنهایی ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان را در زنان دارای سندرم متابولیک متأثر نمی‌کند.

علیرغم افزایش قابل‌توجه ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان اما گلوتاتیون پراکسیداز در پاسخ به تمرینات سی ایکس و ترکیب آن با اینولین نسبت به گروه کنترل تغییر معنی داری پیدا نکرد. این در حالی است که برخی مطالعات از بهبود گلوتاتیون پراکسیداز در پاسخ به متدهای تمرینی مختلف حکایت دارند. برای مثال، در مطالعه طیبی و همکاران (۱۳۹۵) در دو تمرین مقاومتی با شدت بالا (قدرتی، ۴ ست ۶ تکراری با شدت ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه) و مقاومتی با شدت متوسط (هایپرتروفی، ۳ ست ۱۰ تکراری با شدت ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه) نشان داد که غلظت گلوتاتیون پراکسیداز در گروه‌های تمرینی نسبت به گروه کنترل افزایش معنی‌داری داشت (۴۰). شین یی و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که با هشت هفته فعالیت ورزشی هوازی، مقدار گلوتاتیون پراکسیداز اریتروسیت‌ها افزایش می‌یابد (۴۱). در مطالعه دیگری نیز افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از جمله سوپراکسیداز دیسموتاز، کانال از، گلوتاتیون پراکسیداز و ویتامین C به‌دنبال فعالیت ورزشی گزارش شد (۴۲). بااین‌وجود، همسو با یافته‌های مطالعه حاضر، ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند که ۶، ۹ و ۱۲ هفته تمرین استقامتی (پنج‌روز متوالی در هفته و هر روز ۶۰ دقیقه با ۶۵ درصد VO2Max) تأثیری بر میزان آنزیم SOD و GPX سرم موش‌ها نداشت (۴۳). دهقان و همکاران (۲۰۱۴)، عدم تأثیر مصرف روزانه ۱۰

گرم اینولین به‌مدت ۸ هفته را بر گلوتاتیون پراکسیداز در زنان دیابتی گزارش نموده‌اند (۲۲). در خصوص پاسخ‌پذیری گلوتاتیون پراکسیداز به تمرینات ورزشی، اشاره‌شده است که دوره تمرینی نقش مهمی در تنظیم افزایشی فعالیت GPX در عضله اسکلتی دارد به‌طوری‌که دوره تمرینی طولانی‌مدت نسبت به دوره تمرینی کوتاه‌مدت موجب تنظیم افزایشی بیشتری در فعالیت GPX عضله اسکلتی می‌شود در مقایسه با تمرین ورزشی با شدت پایین، تمرین ورزشی با شدت بالا و تمرین ورزشی با شدت متوسط هر دو افزایش بیشتری در فعالیت GPX ایجاد می‌کنند و جلسات تمرین ورزشی با دوره زمانی طولانی (بیش از ۶۰ دقیقه در روز) موجب افزایش بالاتری در فعالیت GPX در مقایسه با دوره‌های تمرین ورزشی با دوره زمانی کوتاه‌مدت (کمتر از ۳۰ دقیقه) می‌شود (۱۸). در یک جمع‌بندی، در مطالعه حاضر، تفاوتی در تغییرات گلوتاتیون پراکسیداز بین گروه‌های موردمطالعه مشاهده نشد. به‌عبارتی، تمرینات سی ایکس و مصرف اینولین به‌تنهایی و در ترکیب با یکدیگر سطوح گلوتاتیون پراکسیداز را در زنان دارای سندرم متابولیک متأثر نمی‌کنند.

در یک جمع‌بندی، علیرغم فقدان شواهدی که اثرات آنتی‌اکسیدانی تمرینات سی ایکس را گزارش نماید به چشم نمی‌خورد اما شواهد مطالعات پیشین که اثر متدهای تمرینی مختلف را بر سطوح یا میزان فعالیت شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی گزارش نموده‌اند به‌نوعی یافته‌های متناقضی را ارائه نموده‌اند. به‌طوری‌که گایینی و همکاران (۲۰۱۸) افزایش گلوتاتیون پراکسیداز در غیاب تغییر سوپراکسیداز دیسموتاز (۴۴)، مطالعه یوسف پور و همکاران(۲۰۱۸) عدم تغییر ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان (۳۷)، حجازی و همکاران (۲۰۱۴) افزایش ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان (۳۳) و رافائل و همکاران (۲۰۰۷) افزایش فعالیت کانال از و گلوتاتیون پراکسیداز و عدم‌تغییر سوپراکسیداز دیسموتاز (۴۵) را متعاقب متدهای تمرینی مختلف گزارش نموده‌اند. در مطالعه حاضر نیز اثر تمرینات سی ایکس بر شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی متفاوت بود. به‌طوری‌که در مقایسه با گروه کنترل، علیرغم اینکه تمرینات سی ایکس ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان را به میزان قابل‌توجهی افزایش داد اما گلوتاتیون پراکسیداز را متأثر نکرد. تناقض در یافته‌ها در مطالعاتی که اثرات آنتی‌اکسیدانی را گزارش نموده‌اند قابل‌مشاهده است. به‌طوری‌که گورینی و همکاران به افزایش فعالیت گلوتاتیون ترانسفراز و سوپراکسیداز دیسموتاز (۴۶)، زاری سکوسا و همکاران به عدم‌تغییر ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان، گلوتاتیون پراکسیداز و سوپراکسیداز دیسموتاز (۴۷)، دهقان و همکاران (۲۰۱۴) به افزایش ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان و سوپراکسیداز دیسموتاز و عدم‌تغییر کاتلاز و گلوتاتیون پراکسیداز (۳۲) در جمعیت‌های مختلف در پاسخ به مصرف اینولین اشاره داشته‌اند؛ علیرغم اینکه مصرف اینولین ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان و گلوتاتیون پراکسیداز را متأثر نکرد. بااین‌وجود، اجرای تمرینات سی ایکس توأم با مصرف اینولین با اثرات آنتی‌اکسیدانی بالقوه‌ای همراه بود. به‌طوری‌که ترکیب آن‌ها به افزایش ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان به‌عنوان برآیند از عوامل آنتی‌اکسیدانی در بدن منجر شد. این یافته‌ها به‌نوعی از این فرضیه که اجرای تمرینات سی ایکس به‌عنوان متد تمرینی جدید توأم با مصرف اینولین به‌عنوان یکی از مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی با اثرات آنتی‌اکسیدانی بیشتری نسبت به اعمال هر یک از آن‌ها منجر می‌شود حمایت می‌کند.

بر اساس یافته‌های موجود، هشت هفته تمرین سی ایکس سه جلسه در هفته همراه با مصرف اینولین با بهبود عملکرد آنتی‌اکسیدانی در زنان مبتلا به سندرم متابولیک همراه است. با توجه به اینکه هیچ تحقیق مشابهی در مورد تأثیر مکمل اینولین و تمرینات سی ایکس بر عملکرد

آنتی‌اکسیدانی به‌ویژه در بیماران مبتلا به سندرم متابولیک یافت نشد، یافته‌های فعلی را نمی‌توان با قطعیت تفسیر کرد؛ اما صرف‌نظر از عدم‌تغییر گلوتاتیون پراکسیداز، به این نتیجه رسیدیم که هم تمرینات سی ایکس و هم مکمل اینولین دارای خواص آنتی‌اکسیدانی هستند. به‌طورکلی، یافته‌های مطالعه حاضر از اثرات آنتی‌اکسیدانی هر دو سی ایکس و اینولین حمایت می‌کند، اما ترکیب آن‌ها دارای خواص آنتی‌اکسیدانی به‌مراتب بیشتری نسبت به هر یک از آن‌ها است که نقطه قوت مطالعه حاضر است. عدم اندازه‌گیری سایر اجزای اکسیدان و آنتی‌اکسیدان یکی از محدودیت‌های تحقیق حاضر است که نیاز به مطالعات بیشتر با اندازه‌گیری سایر اجزا را برجسته می‌کند. از دیگر محدودیت‌های تحقیق می‌توان به عدم کنترل دقیق الگوی تغذیه و خواب شبانه روزی افراد مورد مطالعه و عدم توانایی در کنترل دقیق فعالیت فیزیکی افراد مورد مطالعه در روزهای مکمل‌سازی و نمونه گیری اشاره کرد.

تشکر و قدردانی

این مقاله منتج از رساله دکتری که با شماره مجوز و تأیید کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی به شماره IR.IAU.CTB.REC.1401.098 است. محققان این مقاله از کلیه افرادی که در این پژوهش شرکت کردند، کمال سپاس‌گزاری را دارند.

References

1. Irandoust K, Taheri M, Chtourou H, Nikolaidis PT, Rosemann T, Knechtle B. Effect of time-of-dayexercise in group settings on level of mood and depression of former elite male athletes. Int J Environ Res Public Health 2019; 16: 3541.
2. Taravati F, Irandoust K, Rahimi A. The effects of 8 weeks high intensity interval training (HIIT) with garlic complement on some lipid profiles in obese inactive women. Acta Medica Mediterr 2017; 33: 271-274.
3. Taheri M, Irandost K, Mirmoezzi M, Ramshini M. Effect of aerobic exercise and omega-3 supplementation on psychological aspects and sleep quality in prediabetes elderly women. Sleep Hypn 2019; 21: 170-174.
4. Mohammadkhani PG, Irandoust K, Taheri M, Mirmoezzi M, Baić M. Effects of eight weeks of aerobic exercise and taking caraway supplement on C-reactive protein and sleep quality in obese women. Biol Rhythm Res 2021; 52: 218-226.
5. Ruta L, Magliano D, Lemesurier R, Taylor H, Zimmet P, Shaw J. Prevalence of diabetic retinopathy in Type 2 diabetes in developing and developed countries. Diabet Med 2013; 30: 387-398.
6. Rasolabadi M, Khaledi S, Ardalan M, Kalhor MM, Penjvini S, Gharib A. Diabetes research in Iran: a scientometric analysis of publications output. Acta Inform Med 2015; 23: 160.
7. Schofield D, Shrestha RN, Cunich MM, Passey ME, Veerman L, Tanton R, Kelly SJ. The costs of diabetes among Australians aged 45–64 years from 2015 to 2030: Projections of lost productive life years (PLYs), lost personal income, lost taxation revenue, extra welfare payments and lost gross domestic product from Health&WealthMOD2030. BMJ open 2017; 7: e013158.

8. Seuring T, Archangelidi O, Suhrcke M. The economic costs of type 2 diabetes: a global systematic review. Pharmacoeconomics 2015; 33: 811- 831.
9. Irandoust K, Taheri M. The impact of yoga and Pilates exercises on older adults. Sālmand 2016; 11: 152-161.
10. Salehi M, Yousefinejad A, Pishdad G. The effect of a diet education with six iso-caloric meals on the body weight and blood glucose of diabetes type 2 patients. Food Sci Technol. 2012; 32: 329- 333.
11. Bloem CJ, Chang AM. Short-term exercise improves β-cell function and insulin resistance in older people with impaired glucose tolerance. J Clin Endocrinol Metab 2008; 93: 387-392.
12. McNeill AM, Rosamond WD, Girman CJ, Golden SH, Schmidt MI, East HE, et al. The metabolic syndrome and 11-year risk of incident cardiovascular disease in the atherosclerosis risk in communities study. Diabetes Care. 2005 Feb; 28(2):385-90. PubMed PMID: 15677797. Epub 2005/01/29. eng.
13. Jaber LA, Brown MB, Hammad A, Zhu Q, Herman WH. The prevalence of the metabolic syndrome among arab americans. Diabetes Care. 2004 Jan; 27(1):234-8. PubMed PMID: 14693995. Epub 2003/12/25. eng.
14. Dayem AA, Choi HY, Kim JH, Cho SG. Role of oxidative stress in stem, cancer, and cancer stem cells. Cancers (Basel) 2010; 2(2):859-84.
15. Nakhostin-Roohi B, Babaei P, Rahmani-Nia F, Bohlooli S. Effect of vitamin c supplement on lipid peroxidation, muscle damage and inflamantion after 30 min exercise. J Sports Med Phys Fitness. 2008 Jun; 48(2):217-24.
16. Seifi-Skishahr F, Siahkohian M, Nakhostin-Roohi B. Influence of aerobice exercise at high and moderate intensities on lipid peroxidation in untrined men. J Sports Med Phys Fitness. 2008 Dec; 48(4):515-21.
17. Amano Y, Kawakubo K, Lee JS, Tang AC, Sugiyama M,, ori K. Correlation between dietary glycemic index and cardiovascular disease risk factors among Japanese women. Eur J Clin Nutr 2004; 58: 1472-8.
18. Evans, M. D., Saparbaev, M.S. (2010). DNA repair and the origins of urinary oxidized 2-deoxyrinonucleosides. Mutagenesis 25:433-442.
19. Relationship between dietary total antioxidant capacity and risk factors for metabolic syndrome in Tehranian adults. Tehran Lipid and Glucose Study. Iranian Journal of Diabetes and Lipid. 2012; 11(4): 408-17.
20. Powers SK, Jackson MJ.Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production. Physiol Rev. 2008 Oct; 88(4): 1243-76.
21. Ina M, Akyuz F, Turgut A, and Getsfrid WM. Effect of aerobic and anaerobic metabolism on free radical generation swimmers. Med Sci Sports Exerc 2001; 33:564-567.

22. Smith L, and Miles MP. Exercise induced muscle injury and inflammation. In: Exercise and sport science, Garret WE and Kirkendall DT, eds.Philadephia PA: Lippincott Williams and Wilkins. 2000, p.401-411.

23. Kanter M. Free radicals, exercise and antioxidant supplementation. Proc Nutr Soc. 1998 Feb; 57(1):9-13.

24. Gottschall JS, Mills J, Hastings B. Optimal Core Training for Functional Gains and Peak Performance: CXWORX. Pennstate; 2011.

25. Roberfroid MB. Inulin-type fructans: functional food ingredients. J Nutr. 2007; 137: 2493S- 2502S.

26. Kolida S, Gibson GR. Prebiotic capacity of inulin-type fructans. J Nutr. 2007; 137: 2503S-6S.

27. Dehghan P, Pourghassem Gargari B, Faghfoori Z, Salekzamani S, Jafarabadi M. Comparative Effect of Inulin and Oligofructose-Enriched Inulin on Glycemic Indices and Blood Pressure in Women with Type 2 Diabetes: A Randomized Clinical Trial. J Adv Med Biomed Res. 2014; 22 (91):25-38. [in Persian]

28. Vaghef-Mehrabani, E., Harouni, R., Behrooz, M., Ranjbar, F., Asghari-Jafarabadi, M., & Ebrahimi-Mameghani, M. Effects of inulin supplementation on inflammatory biomarkers and clinical symptoms of women with obesity and depression on a calorie-restricted diet: A randomised controlled clinical trial. British Journal of Nutrition 2023; 129(11): 1897-1907.

29. Aldubayan MA, Mao X, Laursen MF, Pigsborg K, Christensen LH, Roager HM, Nielsen DS, Hjorth MF, Magkos F. Supplementation with inulin-type fructans affects gut microbiota and attenuates some of the cardiometabolic benefits of a plant-based diet in individuals with overweight or obesity. Front Nutr 2023; 25(10): 1108088.

30. Mogharnasi M, Memarzadeh F & Seghatoleslami A. The effect of 6 weeks of CXWORX training with nettle supplementation on lipid profile, C-reactive protein and some body composition indices in overweight and obese women. Metabolism and Exercise 2022; 12(2): 1-16[Article in Persian].

31. Colombo CM, De-Macedo RM, Fernandes-Silva MM, Caporal AM, Stinghen AE, Costantini CR, et al. Short-term effects of moderate intensity physical activity in patients with metabolic syndrome. Einstein (Sao Paulo, Brazil) 2013; 11(3): 324-30.

32. Nazari M, Gholamrezaei Sh & Shabani R. Effect of a period circuit resistance training on components of the metabolic syndrome in females with type II diabetes. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism 2016; 17(5): 362-70[Article in Persian].

33. Hejazi M, nezamdoost Z, Saghebjoo M. Effect of Twelve Weeks of Aerobic Training on Serum Levels of Leptin, Vaspin and Some Indicators of Oxidative Stress in Obese Middle-Aged Women. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism. 2014; 16 (2): 111-118.

34. Mehrabani J, Ramazani N, Iranshahi M. The effect of interval aerobic training on malondialdehyde and total capacity antioxidant in sedentary women. Sport Physiology, 2014; 6(22): 81-94.

35. Majerczak J, Rychlik B, Grzelak A, Grzmil P, Karasinski J, Pierzchalski P, Pulaski L, Bartosz G, Zoladz JA. Effect of 5-week moderate intensity endurance training on the oxidative stress, muscle specific uncoupling protein (UCP3) and superoxide dismutase (SOD2) contents in vastus lateralis of young, healthy men. J Physiol Pharmacol. 2010 Dec; 61(6):743-51.

36. Fatouros IG, Jamurtas AZ, Villiotou V, Pouliopoulou S, Fotinakis P, Taxildaris K, Deliconstantinos G. Oxidative stress responses in older men during endurance training and detraining. Med Sci Sports Exerc. 2004 Dec; 36(12):2065-72.

37. Usefpor M, Ghasemnian A A, Rahmani A. The Effect of a period of high intensive interval training on total antioxidant capacity and level of liver tissue malondialdehyde in male Wistar rats. SJKU. 2017; 22 (5):103-10.

38. Azizbeigi K, Azarbayjani MA, Peeri M, Agha-alinejad H, Stannard S. The effect of progressive resistance training on oxidative stress and antioxidant enzyme activity in erythrocytes in untrained men. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2013 Jun; 23(3):230-8.

39. Zary-Sikorska E, Juskiewicz J. Effect of fructans with different degrees of polymerization on bacterial enzyme activity, lipid profile and antioxidant status in rats. Pol J Food Nur Sci 2008; 58 (2): 269-72.

40. Tayebi SM, Khalili F, Saeidi A. Effects of Eight Weeks Resistance Training with Two Different Intensity on Oxidative Stress Markers of Young Men. Sport Physiology. Spring 2017; 9(33): 187-200. (in Persian).

41. Shin Y-A, Lee G-H, song W, Jun T-W. Exercise training improves the antioxidant enzyme activity with no changes of telomere length. Mechanisms of ageing and development. 2008, 129(5):254-260.

42. Huck CJ, Johnston CS, Beezhold BL. Swan PD. Vitamin C status and perception of effort during exercise in obese adults adhering to a calorie reduced diet. Nutrition. 2013, 29(1):42-45.

43. Ebrahimi M, Hovanlu F, Hedayati M. Effect of different periods of endurance training on antioxidant enzymes activity in rat serum. Medical Journal of Shahid Beheshti University. 1392; 1(91): 16-22.

44. Gaeini AA, Ghardashi Afsoosi AR. The Effect of 10 Weeks of Aerobic Interval Training on Antioxidant and Oxidation Status in Type 2 Diabetic Patients. Journal of Sport Biosciences. 2018: 9(1): 93-118. [in Persian]

45. Lambertucci RH, Levada-Pires AC, Rossoni LV, Curi R, Pithon-Curi TC. Effects of aerobic exercise training on antioxidant enzyme activities and mRNA levels in soleus muscle from young and aged rats. Mechanisms of Ageing and Development. 2007 Mar; 128(3):267-275.

46. Gourineni VP, Verghese M, Boateng J, Shackelford L, Bhat KN. Chemopreventive potential of synergy1 and soybean in reducing azoxymethane-induced aberrant crypt foci in fisher 344 male rats. J Nutr Metab 2011; 2011:983038.

47. Zary-Sikorska E, Juskiewicz J. Effect of fructans with different degrees of polymerization on bacterial enzyme activity, lipid profile and antioxidant status in rats. Pol J Food Nur Sci 2008; 58 (2): 269-72.

The effect of eight weeks of CX exercises with inulin consumption on total antioxidant capacity and glutathione peroxidase in women with metabolic syndrome

Zeynab Arbabi[1]- Abdolali Banaiefar[*2] - Sajjad Arshadi[3] - Hamid Tabatabaei[4]

1. PhD student of Sports Physiology, Sports Physiology Department, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran 2. Associate Professor, Sports Physiology Department, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran 3,4. Assistant Professor, Sports Physiology Department, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

(Received:2023/07/15;Accepted:2024/12/10)

Abstract

The objective of this study was to determine the effect of eight weeks of CX exercises with inulin consumption on total antioxidant capacity and glutathione peroxidase in obese women with metabolic syndrome. 48 obese women with inactive metabolic syndrome in the age range of 30 to 40 years were randomly divided into four groups of 12 people; control group, inulin, CX exercise and combined group. After measuring the anthropometric indicators, 5 cc of blood was taken from the brachial vein to measure the total capacity of antioxidants and glutathione peroxidase. Then the aforementioned interventions were carried out. Finally, re sampling of blood was done after 48 hours as well as measurement of anthropometric indicators (post-test).

ANCOVA test revealed that CX exercise, inulin and CX combined with inulin consumption leads to improvement of anthropometric indices ($P\geq0.05$). Compared to the control group, CX exercises and CX exercises combined with inulin led to an increase in total antioxidant capacity ($P=0.001$). There was no significant difference in glutathione peroxidase changes between the studied groups ($P=0.072$).

Based on the available findings, it can be concluded that the implementation of CX exercises combined with the use of inulin increases the antioxidant function more than the application of each of them alone in women with metabolic syndrome. However, further understanding of the mechanisms responsible for the effect of inulin and CX exercise on antioxidant function requires further studies in this field.

keywords

Antioxidant function, CX exercise, inulin, metabolic syndrome.

[*] Corresponding Author: E-Mail: A_banaeifar@azad.ac.ir