

## اثر تمرینات CXWORX همراه با مصرف اینولین بر شاخص‌های استرس اکسیداتیو در زنان مبتلا به سندرم متابولیک

زینب اربابی<sup>۱</sup>، عبدالعلی بنائی فر<sup>۲\*</sup>، سجاد ارشدی<sup>۳</sup>، حمید طباطبائی<sup>۴</sup>

### چکیده

**زمینه و هدف:** سندرم متابولیک به مجموعه‌ای از اختلالات متابولیکی وابسته به چاقی نظیر چاقی شکمی، افزایش توده چربی بدن، اختلالات لیپیدی، پرفشاری خون، افزایش گلوکز خون و مقاومت به انسولین اطلاق می‌شود. مطالعه‌ی حاضر با هدف تعیین اثر ۸ هفته تمرینات CXWORX (CX) همراه با مصرف اینولین بر برخی شاخص‌های استرس اکسیداتیو در زنان چاق دارای سندرم متابولیک انجام گرفت.

**روش بررسی:** ۴۸ زن چاق دارای سندرم متابولیک در دامنه سنی ۳۰ تا ۴۰ سال به شیوه‌ی تصادفی در گروه‌های کنترل؛ اینولین؛ تمرین CX و گروه ترکیبی قرار گرفتند. افراد مورد مطالعه در محیط آزمایشگاه حضور یافته و مقدار ۵ سی‌سی خون از ورید بازویی از آن‌ها گرفته شد. نمونه‌گیری خون جهت اندازه‌گیری مالون‌دی‌آلدئید و زانتین‌اکسیداز گرفته شد (پیش‌آزمون). سپس مداخله‌های مذکور برای مدت ۸ هفته روی گروه‌های مورد مطالعه انجام گرفت. نهایتاً، نمونه‌گیری خون مجدد جهت اندازه‌گیری متغیرها انجام پذیرفت (پس‌آزمون).

**یافته‌ها:** نتایج آزمون تی همبسته آشکار نمود که در هر سه گروه، مداخله به کاهش معنی‌دار مالون‌دی‌آلدئید نسبت به پیش‌آزمون منجر شد؛ اما متغیر زانتین‌اکسیداز در گروه ورزش تغییر معنی‌داری پیدا نکرد و در گروه اینولین و ترکیبی به میزان معنی‌داری نسبت به پیش‌آزمون کاهش یافت. نتایج آن‌وا آشکار نمود که در مقایسه با گروه کنترل، میزان مالون‌دی‌آلدئید تنها در گروه ترکیبی معنی‌دار است ( $P \leq 0/05$ ). میزان این متغیر در گروه ترکیبی به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه ورزش و اینولین کاهش یافت ( $P \leq 0/05$ ). تفاوت معنی‌داری بین گروه ورزش و اینولین مشاهده نشد ( $P > 0/05$ ). میزان زانتین‌اکسیداز تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های اینولین و ترکیبی با گروه کنترل داشت ( $P \leq 0/05$ ). تفاوت معنی‌داری بین گروه ورزش و اینولین مشاهده نشد ( $P > 0/05$ ). با وجود این، تفاوت معنی‌داری در سطوح زانتین‌اکسیداز بین گروه ترکیبی با گروه‌های ورزش و اینولین مشاهده شد ( $P \leq 0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** برپایه یافته‌های موجود این‌گونه نتیجه‌گیری می‌شود که اجرای تمرینات CX همراه با مصرف اینولین با کاهش عملکرد استرس اکسیداتیو بیشتری نسبت به اعمال هر یک از آن‌ها به‌تنهایی در زنان دارای سندرم متابولیک است.

**واژه‌های کلیدی:** تمرین CXWORX، عملکرد استرس اکسیداتیو، اینولین، سندرم متابولیک

دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۱۰/۲۷  
پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۴/۳

\* نویسنده مسئول:

عبدالعلی بنائی فر؛

دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی واحد تهران  
جنوب دانشگاه آزاد اسلامی

Email:

A\_banacifar@azad.ac.ir

۱ دانشجوی دکتری 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 استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۴ استادیار گروه آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

MDA بالاتری نسبت به افراد سالم و فعال برخوردارند (۹).

بین مداخله‌های درمانی، فعالیت ورزشی منظم قادر به کاهش فشار اکسیداتیو از طریق افزایش قدرت آنتی‌اکسیدانی شده و تأثیرات مطلوبی بر تغییرات سایتوکین‌ها دارند. شواهد قطعی در مورد تأثیر دوره‌های تمرینات استقامتی بر افزایش قدرت آنتی‌اکسیدانی موجود می‌باشد (۱۰ و ۱۱). ورزش با شدت متوسط منجر به افزایش معنی‌دار ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی می‌شود (۱۰). فعالیت بدنی هوازی شدید از طریق افزایش ترشح هورمون‌هایی مانند اپی‌نفرین یا کاتکولامین‌ها بر فرایند استرس اکسیداتیو تأثیر گذاشته و موجب افزایش استرس اکسیداتیو و پراکسیداسیون لیپید می‌شود (۱۱). با وجود این Kanter، عدم تغییر SOD, KAT و GPX را متعاقب ۲۱ هفته تمرین استقامتی در مردان سالم غیرفعال گزارش نموده‌اند (۱۲). علیرغم تناقض در یافته‌ها در مطالعات مذکور، تاکنون مطالعه‌ای که اثرات فیزیولوژیکی یا متابولیکی تمرینات CXWORX (CX) را در جمعیت‌های سالم یا بیمار آزمون کند به چشم نمی‌خورد. بین مندهای تمرینی، سی ایکس یک از ورزش‌های جدید کمتر شناخته شده است که توسط Yorks و همکاران در دهه اخیر معرفی شده و اخیراً به‌ویژه در سالن‌های بدن‌سازی و تناسب‌اندام رایج شده است و هدف از این ورزش تمرکز روی بالاتنه و عضلات آن است و هدف اصلی آن نیز تقویت کردن عضلات مرکزی بدن می‌باشد (۱۳). با وجود این، به‌رغم اثربخشی آن در کاهش وزن و توده چربی بدن، اثرات متابولیکی آن به‌ویژه روی جمعیت‌های چاق یا سندرم متابولیک ارزیابی نشده است و با توجه به ویژگی‌های مذکور طرح این فرضیه که اجرای منظم و طولانی مدت آن به‌ویژه روی جمعیت‌های چاق با اثرات متابولیکی و آنتی‌اکسیدانی است، قابل بررسی است.

از طرفی، اخیراً اشاره شده است که مصرف مکمل‌های دارویی یا گیاهی از برخی اثرات زیان‌بار چاقی و بیماری‌های وابسته می‌کاهد. در این میان، اینولین در طبقه مکمل‌های دارویی با منشأ گیاهی قرار دارد. فروکتان‌های اینولینی در گروه فیبرهای محلول طبقه‌بندی شده و در مواد غذایی نظیر پیاز، سیر، موز، جوانه گندم و ریشه کاسنی یافت می‌شود (۱۴). اشاره شده است که مکمل یاری اینولین، برخی از شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی را در زنان دیابتی بهبود می‌بخشد. یافته‌ها نشان می‌دهد که مکمل اینولین احتمالاً غلظت چربی‌های خون و فشارخون را در زنان دیابتی بهبود می‌بخشد. فیبرهای پروبیوتیکی اینولین با بهبود شاخص گلیسمی و افزایش حساسیت به انسولین میزان فشارخون را کنترل می‌کند (۱۵). تجویز اینولین در مبتلایان به دیابت نوع دو سبب بهبود اختلال چربی و شاخص

بیماری‌های قلبی-عروقی یکی از مهم‌ترین علل مرگ‌ومیر در کشورهای توسعه‌یافته است. به‌طوری‌که بیش از یک‌چهارم مرگ‌ومیرها در این کشورها به‌دلیل این بیماری‌هاست (۱). این بیماری‌ها از مهم‌ترین بیماری‌های دوران سالمندی محسوب می‌شوند که به تدریج از کودکی شروع می‌شوند و علائم بالینی خود را عمدتاً بعد از میان‌سالی بروز می‌دهند (۲). بیماری‌های قلبی-عروقی به‌ویژه تصلب شرایین و میزان مرگ‌ومیر ناشی از آن در جهان و ایران پیوسته در حال افزایش است و این بیماری هزینه‌های درمانی سنگینی را بر کشورها تحمیل می‌کند (۳). از نظر اقتصادی، هزینه‌های مربوط به این بیماری در حدود ۴۰۰ میلیارد دلار برآورد شده است (۴). بر اساس مطالعات انجام‌شده، یکی از عوامل مهم در پاتوژنز بیماری‌های مزمن مانند تصلب شرایین، دیابت و سرطان، فرایند استرس اکسیداتیو است. چنان‌که تولید انواع مختلف اکسیژن باعث آسیب بیولوژیکی به ارگانسیم می‌شود و به‌طور بالقوه چنین عوارضی را تشدید می‌کند (۵ و ۶).

بین آنزیم‌های استرس اکسیداتیو، زانتین‌اکسیداز آنزیمی سیتوزولی است که برای اولین بار به‌عنوان تولیدکننده‌ی رادیکال آزاد اکسیژن شناخته‌شده و با بررسی‌های تکمیلی به‌عنوان اصلی‌ترین منبع تولید رادیکال آزاد مشخص شده است. زانتین‌اکسیداز در فرایند تجزیه‌ی مداوم ATP، در تبدیل هیپوگزانتین به‌عنوان محصول نهایی این فرایند به‌اوره نقش دارد و ماحصل آن تولید یون منفی سوپراکسید و پراکسید هیدروژن است (۷). طی ده سال اخیر شواهد به‌دست آمده نشانگر نقش مؤثر آنزیم زانتین‌اکسیداز در پاتوفیزیولوژی بیماری‌های قلبی-عروقی است (۸). در این زمینه، Valado و همکاران (۲۰۰۷) با استناد به یافته‌های خود اشاره نموده‌اند که افزایش فعالیت زانتین‌اکسیداز در بیماران سندرم متابولیک با افزایش ریسک فاکتورهای قلبی-عروقی، التهاب و استرس اکسیداتیو همراه است. این محققان عنوان نموده‌اند که زانتین‌اکسیداز در پاتوژنز سندرم متابولیک نقش دارد (۹). مالون‌دی‌آلدئید نیز به‌عنوان یکی از قوی‌ترین معرف‌های استرس اکسیداتیو ترکیبی آلدئیدی، فعال و بسیار واکنش‌پذیر است و در بدن انسان از پراکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع تولید می‌شود؛ بنابراین با اندازه‌گیری میزان MDA در نمونه‌های بیولوژیک مختلف می‌توان به میزان پراکسیداسیون چربی‌ها پی برد و از آن به‌عنوان یک نشانگر برای اندازه‌گیری سطح استرس اکسیداتیو در یک موجود زنده استفاده نمود (۹). خاطر نشان می‌شود که افراد غیرفعال یا اختلالات مزمن وابسته به چاقی از سطوح سرمی و میزان فعالیت

التهابی خون می‌شود و بر طبق یک آنالیز، مکمل اینولین قادر است الگوی پپتیدی سرم را در افراد لیپیدی میک بهبود بخشد (۱۶). همچنین اخیراً Aldubayan و همکاران تأثیر مثبت مکمل اینولین بر شاخص‌های التهابی در افراد دارای اضافه وزن گزارش نموده‌اند (۱۷). از طرف دیگر مطالعاتی چون مطالعه‌ی واقف مهربانی و همکاران عدم تأثیر مکمل اینولین بر بیومارکرهای التهابی در زنان مبتلا به چاقی و افسردگی را نشان داده است (۱۸).

با وجود شواهد مذکور و تجویز مداخلات درمانی از جمله رژیم غذایی با استفاده از مکمل‌های دارویی، هنوز روند رو به رشد چاقی به دلیل عوامل محیطی و ارثی در حال افزایش است. از طرفی، مطالعاتی که تأثیر مستقیم یا غیرمستقیم تأثیر مکمل اینولین و ورزش بر روی شاخص‌های استرس اکسیداتیو را دنبال نمایند کمتر به چشم می‌خورد. از این رو، با توجه به شواهد محدود در این زمینه، در مطالعه‌ی حاضر، اثر هشت هفته تمرین CX همراه با مصرف اینولین بر شاخص‌های اکسیدانی (مالون‌دی‌آلدئید و زانتین‌اکسیداز) در زنان دارای سندرم متابولیک بررسی گردید. سوال اصلی تحقیق این است: آیا تمرینات CX همراه با مصرف اینولین بر شاخص‌های استرس اکسیداتیو از جمله مالون‌دی‌آلدئید و زانتین‌اکسیداز در زنان مبتلا به سندرم متابولیک تأثیر دارد یا خیر؟

## روش بررسی

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

جامعه آماری مطالعه‌ی حاضر را زنان چاق یا دارای اضافه وزن منطقه ۲۲ تهران تشکیل دادند. نمونه آماری شامل ۴۸ زن بزرگسال دارای سندرم متابولیک غیرفعال بود که بعد از اطمینان از معیارهای ورود به مطالعه به‌طور تصادفی از بین جامعه آماری جهت شرکت در مطالعه انتخاب شدند. قبل از شروع پژوهش، ماهیت، اهداف و خطرات این مطالعه در جلسه‌ی حضوری برای آزمودنی‌ها توضیح داده شد و از آنان جهت شرکت در این مطالعه رضایت‌نامه‌ی کتبی اخذ شد. با توجه به هزینه‌ی بالای تست‌های آزمایشگاهی همچنین تعداد نمونه در سایر مطالعات مشابه (۲۳-۱۹) 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 بودن بر اساس پرسش‌نامه‌ی تندرستی، مصرف نکردن دارو، استعمال نکردن دخانیات و شرکت نکردن در هیچ برنامه‌ی تمرینی حداقل ۶ ماه پیش از شرکت در برنامه‌ی تمرینات این تحقیق بود. همچنین از معیارهای ورود به تحقیق شامل داشتن چاقی شکمی به‌عنوان یک معیار اجباری (دور کمربالتر از ۹۱/۵ سانتی‌متر) به‌همراه داشتن شاخص توده بدنی بالاتر از ۳۰ بود.

### • روش اجرای پژوهش

**مرحله‌ی اول:** در این مرحله ابتدا شاخص‌های آنتروپومتریکی افراد مورد مطالعه در هر ۴ گروه اندازه‌گیری شد. به‌صورتی که قد افراد بدون کفش و در وضعیت ایستاده طوری که کتف‌ها از پشت با دیوار مماس باشند، اندازه‌گیری شد. وزن و درصد چربی بدن با استفاده از دستگاه سنجش ترکیب بدن (مدل OMRON، ساخت کشور فنلاند) ثبت شد. اندازه‌های دور شکم و باسن در برجسته‌ترین نقطه توسط یک متر نواری غیرقابل ارتجاع اندازه‌گیری شد. با استفاده از مقادیر مربوط به اندازه‌های قد و وزن، شاخص توده بدن هر شخص محاسبه شد.

**مرحله‌ی دوم:** افراد مورد مطالعه در هر ۴ گروه بعد از ۱۰ تا ۱۲ ساعت گرسنگی شبانه (ناشتا) در محیط آزمایشگاه حضور یافته و پس از ۱۵ دقیقه استراحت، مقدار ۵ سی‌سی خون از ورید بازویی آن‌ها در حالت نشسته بین ساعت ۸ تا ۹ صبح گرفته شد (پیش‌آزمون).

**مرحله‌ی سوم:** در این مرحله، مداخله‌های دارویی و تمرینات CX برای مدت ۸ هفته روی گروه‌های مورد مطالعه اعمال شد. به طوری که در گروه دوم (گروه CX)، آزمودنی‌ها یک دوره تمرینات CX را برای مدت ۸ هفته (۳ جلسه در هفته) اجرا نمودند. در گروه سوم (گروه اینولین)، آزمودنی‌ها روزانه ۵ گرم اینولین را در دو نوبت صبح و عصر (مجموعاً ۱۰ گرم) برای مدت ۸ هفته مصرف نمودند. در گروه چهارم (گروه ترکیبی) نیز آزمودنی‌ها یک دوره تمرینات CX را برای مدت ۸ هفته (۳ جلسه در هفته) اجرا نموده و در طول دوره، روزانه ۵ گرم اینولین را در دو نوبت صبح و عصر (مجموعاً ۱۰ گرم) (۱۶ و ۲۴) مصرف نموده‌اند؛ اما در گروه اول (کنترل)، آزمودنی‌ها الگوی زندگی معمول خود را که قبل از مطالعه داشته‌اند، ادامه داده و هیچ‌گونه مداخله‌ی تمرینی یا دارویی روی آن‌ها انجام نگرفت.

**مرحله‌ی چهارم:** در این مرحله، ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، آزمودنی‌ها در هر ۴ گروه مورد مطالعه مجدداً پس از ۱۰ تا ۱۲ ساعت گرسنگی شبانه (ناشتا) در آزمایشگاه هماتولوژی حضور یافته و نمونه‌گیری خون مشابه با مرحله قبل انجام پذیرفت (پس‌آزمون). همچنین اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریکی

مشابه با مرحله قبل در همه‌ی آزمودنی‌ها تکرار شد.

### • پروتکل تمرینات CX

تمرینات CX در جلسات تمرینی ۳۰ دقیقه‌ای انجام گرفت. اگرچه توزیع شدت و مدت در جلسات تمرینی این متد تمرینی تاکنون در هیچ مطالعه‌ای در قالب جدول ارائه نشده است، 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 روی دست‌ها انجام شود.

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

\* حرکات استقامتی ایستاده دو: این حرکات هم در حالت ایستاده انجام می‌شوند و 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 روی عضلات کمر متمرکز می‌شوند و باعث تقویت آن نیز می‌شوند.

در مطالعه‌ی حاضر تمرینات CX مطابق با اصول اصلی تمرین انجام شد اما شدت تمرین در هر جلسه بر پایه مقیاس درک فشار (شاخص بورگ) کنترل شد. در خصوص پروتکل تمرینی CX، تاکنون پروتکل مدونی برای بیماران سندرم متابولیک معرفی نشده است؛ از این رو، پروتکل تمرینات CX در مطالعه حاضر نوعی پروتکل تعدیل شده با اقتباس از محدود مطالعاتی است که از این شیوه تمرینی استفاده نموده‌اند (۲۰ و ۱۹).

### • نمونه‌گیری خون و آنالیز متغیرهای بیوشیمیایی

بر پایه آنچه قبلاً اشاره شد، نمونه‌گیری‌های خون در شرایط پیش و پس از آزمون، بعد از ۱۰ تا ۱۲ ساعت گرسنگی شبانه (ناشتا) بین ساعت ۸ تا ۹ صبح انجام گرفت. به طوری که هر آزمودنی بعد از حضور در آزمایشگاه به مدت 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 به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۵۰۰ RPM جهت جداسازی سرم، سانتریفیوژ شدند و تا زمان اندازه‌گیری در دمای منفی ۸۰ درجه فریز شدند.

فعالیت مالون‌دی‌آلدئید نیز با استفاده از کیت تخصصی شرکت نوند سلامت (ایران) به روش کالری‌متریک-فلوری‌متریک اندازه‌گیری شد. زانتین اکسیداز سرم نیز با استفاده از کیت تخصصی شرکت زلیبو (آلمان) به روش کالری‌متریک با ضریب تغییرات درون‌گروهی و بیرون‌گروهی به ترتیب کمتر از ۵/۸ و ۶/۹ درصد و حساسیت ۰/۵ μU/mL اندازه‌گیری شد.

### • تحلیل آماری

مقایسه‌های آماری در محیط نرم‌افزار SPSS انجام گردید. جهت اطمینان از توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد. جهت مقایسه‌ی 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 ≤ ۰/۰۵).

## یافته‌ها

اطلاعات شاخص‌های آنتروپومتریکی در وضعیت پیش‌آزمون در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: میانگین و انحراف استاندارد شاخص‌های آنتروپومتریکی در وضعیت پیش‌آزمون بین گروه‌های مورد مطالعه

متغیر	گروه	کنترل	ورزش	اینولین	ترکیبی	Sig
سن (سال)	۳۸/۳۳±۳/۷۳	۳۸/۳۳±۳/۷۳	۳۶/۸۳±۳/۲۴	۳۷±۴/۶۳	۳۸/۵±۲/۳۶	۰/۵۵۲
قد (سانتی‌متر)	۱۶۶±۴	۱۶۶±۴	۱۶۴±۵	۱۶۶±۵	۱۶۴±۵	۰/۶۴۰
وزن (کیلوگرم)	۹۰/۶±۳/۵۹	۹۰/۶±۳/۵۹	۸۸/۷±۴/۳۸	۸۹/۷±۴/۸۲	۸۸/۳±۵/۱۲	۰/۵۹۴
دور شکم (سانتی‌متر)	۱۰۷±۶	۱۰۷±۶	۱۰۶±۷	۱۰۸±۶	۱۰۷±۶	۰/۸۴۹
دور باسن (سانتی‌متر)	۱۱۰±۷	۱۱۰±۷	۱۰۸±۱۰	۱۰۷±۶	۱۰۷±۷	۰/۸۲۴
نسبت دور کمر به باسن (WHR)	۰/۹۷±۰/۰۰۲	۰/۹۷±۰/۰۰۲	۰/۹۸±۰/۰۰۱	۱±۰/۰۰۱	۱±۰/۰۰۰	۰/۷۴
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۳۳/۰۳±۱/۷۰	۳۳/۰۳±۱/۷۰	۳۳/۰۸±۱/۳۳	۳۲/۷۱±۰/۷۱	۳۲/۷۷±۱/۰۴	۰/۸۴۶

نشد ( $P \geq 0/05$ ) (جدول ۱). در ادامه به ارزیابی تغییرات درون گروهی شاخص های آنروپومتریکی در وضعیت پیش آزمون بین گروه های مورد مطالعه پرداخته می شود (جدول ۲).

برای مقایسه ی سطوح پایه (پیش آزمون) شاخص های آنروپومتریکی بین گروه ها از آزمون آنوای یک سویه استفاده شد. بر پایه محاسبات آماری، تفاوت معنی داری در هر یک از شاخص های آنروپومتریکی بین گروه ها مشاهده

جدول ۲: تغییرات درون گروهی شاخص های آنروپومتریکی در وضعیت پیش آزمون بین گروه های مورد مطالعه (مقایسه بر اساس آزمون تی مستقل)

متغیر	گروه	زمان	کنترل	ورزش	اینولین	ترکیبی
وزن (کیلوگرم)	پیش آزمون	۹۰/۶۳±۳/۵۹	۸۸/۷±۴/۳۸	۸۹/۷±۴/۸۲	۸۸/۳±۵/۱۲	
	پس آزمون	۹۱/۰۴±۳/۲۶	۸۵/۸۸±۴/۱۱	۸۹/۲۵±۴/۸۶	۸۲±۴/۴۲	
	Sig	۰/۰۲۵*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	
دور شکم (سانتی متر)	پیش آزمون	۱۰۷±۶	۱۰۶±۷	۱۰۸±۶	۱۰۷±۶	
	پس آزمون	۱۰۷±۵	۱۰۰±۸	۱۰۷±۶	۱۰۰±۵	
	Sig	۰/۶۸۹	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	
دور باسن (سانتی متر)	پیش آزمون	۱۱۰±۷	۱۰۸±۱۰	۱۰۷±۶	۱۰۷±۷	
	پس آزمون	۱۱۱±۷	۱۰۳±۹	۱۰۷±۶	۱۰۰±۶	
	Sig	۰/۰۰۲*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*	
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	پیش آزمون	۳۳/۰۳±۱/۷۰	۳۳/۰۸±۱/۳۳	۳۲/۷۱±۰/۷۱	۳۲/۷۷±۱/۰۴	
	پس آزمون	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*	

\* سطح معناداری  $P \leq 0/05$

زانتین اکسیداز در گروه ورزش تغییر معنی داری پیدا نمی کند و در گروه اینولین و ترکیبی به میزان معنی داری نسبت به پیش آزمون کاهش می یابد (جدول ۳).

برای تغییرات درون گروهی متغیرهای تحقیق از آزمون تی همبسته استفاده شد. یافته ها آشکار نمود که در هر سه گروه، مداخله به کاهش معنی دار مالون دی آلدئید نسبت به پیش آزمون منجر می شود؛ اما متغیر

جدول ۳: مقادیر مربوط به تغییرات درون گروهی و بین گروهی متغیرهای تحقیق در گروه های مورد مطالعه

متغیر	گروه	نتایج آزمون تی همبسته		نتایج آزمون آنکوا	
		پس آزمون	پیش آزمون	F	Sig
مالون دی آلدئید (nmol/ml)	کنترل	۳۱/۹۳±۲/۵۱	۳۲/۳۵±۴/۶۷	۰/۷۱۴	
	ورزش	۳۱/۱۱±۳/۴۵	۲۹/۷۸±۴/۲۱	۰/۰۱۸*	۱۷/۱۱
	اینولین	۳۲/۲۴±۳/۰۰	۳۰/۸۷±۲/۹۶	۰/۰۰۱*	
	ترکیبی	۳۲/۶۳±۳/۳۴	۲۶/۹۱±۳/۲۷	۰/۰۰۱*	
کنترل	۳۱/۰۶±۲/۷۹	۳۱/۶۴±۳/۱۷	۰/۴۴۳	۴۲/۳۵	
ورزش	۳۱/۴۳±۲/۳۲	۳۰/۳۶±۱/۶۲	۰/۱۱۲		
اینولین	۳۱/۳۲±۲/۹۵	۲۹/۶۴±۳/۰۸	۰/۰۰۱*		
ترکیبی	۳۱/۱۳±۴/۱۶	۲۴/۱۸±۳/۰۸	۰/۰۰۱*		

\* سطح معناداری  $P \leq 0/05$



برای بررسی تأثیر تمرینات CX همراه با مصرف اینولین بر مالون‌دی‌آلدئید و زانتین‌اکسیداز در زنان مبتلا به سندرم متابولیک، از آزمون آنکووا استفاده شد؛ با توجه به جدول ۳ و مشاهده‌ی سطح معنی‌داری ( $P \leq 0/05$ ) فرض صفر رد می‌شود و می‌توان گفت که تفاوت معنی‌داری در تغییرات مالون‌دی‌آلدئید و زانتین‌اکسیداز بین گروه‌های مورد مطالعه وجود دارد.

از طرفی، نتایج حاصل از آزمون پیگرد بونفرونی آشکار نمود که در مقایسه با گروه کنترل، میزان مالون‌دی‌آلدئید تنها در گروه ترکیبی معنی‌دار است. به عبارتی، سطوح مالون‌دی‌آلدئید در گروه ترکیبی به میزان معنی‌داری نسبت به گروه کنترل کاهش یافت. همچنین تفاوت معنی‌داری بین گروه ورزش و اینولین مشاهده نشد. با وجود این، تفاوت معنی‌داری در سطوح مالون‌دی‌آلدئید بین گروه ترکیبی با گروه‌های ورزش و اینولین مشاهده شد. به عبارتی، سطوح مالون‌دی‌آلدئید در گروه ترکیبی به میزان معنی‌داری نسبت به گروه ورزش و اینولین کاهش یافت. با وجود عدم تفاوت زانتین‌اکسیداز بین گروه ورزش و کنترل، تفاوت معنی‌داری بین گروه کنترل با گروه‌های اینولین و ترکیبی مشاهده شد. به عبارتی، در مقایسه با گروه کنترل، سطوح زانتین‌اکسیداز در گروه‌های اینولین و ترکیبی به میزان معنی‌داری کاهش یافت. همچنین تفاوت معنی‌داری بین گروه ورزش و اینولین مشاهده نشد. با وجود این، تفاوت معنی‌داری در سطوح زانتین‌اکسیداز بین گروه ترکیبی با گروه‌های ورزش و اینولین مشاهده شد. به عبارتی، سطوح زانتین‌اکسیداز در گروه ترکیبی به میزان معنی‌داری نسبت به گروه ورزش و اینولین کاهش یافت.

## بحث

اثر بخشی تمرینات CX همراه با مصرف اینولین بر عملکرد استرس اکسیداتیو در زنان دارای سندرم متابولیک یافته اصلی مطالعه حاضر است. به عبارتی، اجرای ۸ هفته‌ای تمرینات CX به تعداد ۳ جلسه در هفته همراه با مصرف روزانه ۱۰ گرم اینولین در قالب دو وعده ۵ گرمی با کاهش مالون‌دی‌آلدئید و زانتین‌اکسیداز در زنان چاق دارای سندرم متابولیک همراه بود. در یک نگاه، اگرچه اجرای تمرینات CX و مصرف اینولین نیز هر کدام به تنهایی نیز از عملکرد استرس اکسیداتیو برخوردارند اما عملکرد استرس اکسیداتیو ترکیب آن‌ها نسبت به هر یک از آن‌ها به تنهایی به شدت محسوس است. در خصوص اثرات استرس اکسیداتیو تمرینات CX و مصرف اینولین به ویژه در افراد دارای سندرم متابولیک پیشینه‌ای

قابل مشاهده نیست. با وجود این، برخی مطالعات به نوعی از اثرات ضد استرس اکسیداتیو اینولین حمایت نموده‌اند. از طرفی، برخی مطالعات دیگر که شیوه‌ی تمرینی آن‌ها از جهاتی با CX مشابه است، با اثرات ضد استرس اکسیداتیو همراه بوده‌اند که البته در این میان یافته‌های متناقضی نیز به چشم می‌خورد.

یافته‌های مطالعه‌ی حاضر همچنین از عدم تغییر مالون‌دی‌آلدئید در پاسخ به هر دو تمرینات CX و اینولین به تنهایی حکایت دارند. به عبارتی، ۸ هفته تمرین CX به تعداد ۳ جلسه در هفته به تغییری در سطوح مالون‌دی‌آلدئید در زنان دارای سندرم متابولیک نسبت به گروه کنترل منجر نشد. برخلاف یافته‌های ما، حسینی فرد و همکاران (۲۰۲۰)، ضیائی و همکاران (۲۰۲۲) و Aldubayan و همکاران (۲۰۲۳) به کاهش مالون‌دی‌آلدئید متعاقب مصرف اینولین اشاره کرده‌اند (۲۶ و ۲۵ و ۱۷). همچنین، حجازی و همکاران (۲۰۱۴)، به کاهش مالون‌دی‌آلدئید متعاقب ۱۲ هفته تمرین هوازی در زنان چاق اشاره داشته‌اند (۲۷). در مطالعه‌ی عزیز بیگی و همکاران (۲۰۱۳) نیز ۸ هفته تمرین مقاومتی پیش‌رونده به کاهش مالون‌دی‌آلدئید در مردان غیر ورزشکار منجر شد (۲۸). همسو با یافته‌های مطالعه‌ی حاضر، یوسف پور و همکاران (۲۰۱۷) به عدم تغییر مالون‌دی‌آلدئید بافت کبدی موش‌های صحرایی در پاسخ به ۸ هفته تمرین تناوبی اشاره نموده‌اند (۲۹). همچنین قهرمانی مقدم و همکاران (۲۰۱۶) و واقف مهربانی و همکاران (۲۰۲۳) عدم تغییر مالون‌دی‌آلدئید را متعاقب ۸ هفته تمرین هوازی در زنان سالمند گزارش نموده‌اند (۳۰ و ۱۸). عدم تغییر مالون‌دی‌آلدئید نسبت به گروه کنترل همچنین در گروهی که اینولین مصرف نموده‌اند، نیز مشاهده نشد. این در حالی است که نقش آنتی‌اکسیدانی مستقیم یا غیر مستقیم فروکتان‌های اینولینی توسط برخی مطالعات گزارش شده است (۳۱). با وجود این، اجرای تمرینات CX همراه با مصرف اینولین در گروه ترکیبی سطوح مالون‌دی‌آلدئید را نه تنها نسبت به گروه کنترل بلکه نسبت به اعمال هر یک از آن‌ها کاهش داد. به بیانی دیگر، علیرغم عدم تغییر مالون‌دی‌آلدئید در پاسخ به تمرینات CX و مصرف اینولین، ترکیب آن‌ها با یکدیگر به تأثیر ضد استرس اکسیداتیو با تاکید بر مالون‌دی‌آلدئید در زنان دارای سندرم متابولیک اشاره دارد.

مشابه با مالون‌دی‌آلدئید، تمرینات CX سطوح زانتین‌اکسیداز را نیز در زنان دارای سندرم متابولیک نسبت به گروهی که تمرین نداشته‌اند، متأثر نکرد. با وجود این، مصرف اینولین به تنهایی و مصرف اینولین در خلال تمرینات CX به کاهش زانتین‌اکسیداز نسبت به گروه کنترل منجر شد. این یافته‌ها به نوعی از اثرات ضد استرس اکسیداتیو اینولین حمایت می‌کند. از طرفی،

مطالعه‌ی حاضر نیز اثر تمرینات CX، شاخص‌های استرس اکسیداتیو را متأثر نکرد. تناقض در یافته‌ها همچنین در مطالعاتی که اثرات آنتی‌اکسیدانی، استرس اکسیداتیو یا عملکرد سیستم ایمنی اینولین را گزارش نموده‌اند، قابل مشاهده است؛ به طوری که Gourineni و همکاران به افزایش فعالیت گلوکوتایون ترانسفراز و سوپراکسیداز دیسموتاز (۳۷)، Zary-Sikorska و Juskiewicz به عدم تغییر ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان، گلوکوتایون پراکسیداز و سوپراکسیداز دیسموتاز (۳۸) اشاره داشته‌اند. در مطالعه حاضر نیز پاسخ شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی و استرس اکسیداتیو به مصرف اینولین در زنان دارای سندرم متابولیک متفاوت بود. به طوری که در مقایسه با گروه کنترل، علیرغم این که مصرف اینولین به کاهش قابل توجه زانتین‌اکسیداز منجر شد، مالون‌دی‌آلدئید را متأثر نکرد. با وجود این، اجرای تمرینات CX همراه با مصرف اینولین با اثرات ضد استرس اکسیداتیوی بالقوه‌ای همراه بود. به طوری که ترکیب آن‌ها به کاهش مالون‌دی‌آلدئید و زانتین‌اکسیداز منجر شد. این یافته‌ها به نوعی از این فرضیه که اجرای تمرینات CX به‌عنوان متد تمرینی جدید همراه با مصرف اینولین به‌عنوان یکی از مکمل‌های استرس اکسیداتیوی با اثرات ضد استرس اکسیداتیوی بیشتری نسبت به اعمال هر یک از آن‌ها منجر می‌شود، حمایت می‌کند. عدم اندازه‌گیری سایر مولفه‌های اکسیدانی و آنتی‌اکسیدانی از محدودیت‌های مطالعه‌ی حاضر است که لزوم مطالعات بیشتر با اندازه‌گیری سایر مولفه‌ها را گوشزد می‌کند.

## نتیجه‌گیری

بر پایه‌ی یافته‌های موجود، هشت هفته تمرین CX به تعداد سه جلسه در هفته به همراه مصرف اینولین با کاهش عملکرد استرس اکسیداتیوی در زنان دارای سندرم متابولیک همراه است. با توجه به این که تحقیقات مشابهی در زمینه تأثیر مصرف مکمل اینولین و تمرینات CX بر عملکرد استرس اکسیداتیو به‌ویژه در بیماران سندرم متابولیک یافت نشد، نمی‌توان با قطعیت یافته‌های حاضر را تفسیر کرد؛ اما با اتکا به تغییرات ایجاد شده، این گونه نتیجه‌گیری می‌شود که هر دو CX و اینولین از ویژگی‌های ضد استرس اکسیداتیو برخوردارند. در مجموع یافته‌های مطالعه‌ی حاضر اگر چه از اثرات ضد استرس اکسیداتیو هر دو گروه CX و اینولین حمایت می‌کند اما ترکیب آن‌ها با یکدیگر به مراتب با ویژگی‌های ضد استرس اکسیداتیو بیشتری نسبت به هر یک از آن‌ها برخوردار است که از نقاط قوت مطالعه‌ی حاضر است.

اجرای تمرینات CX همراه با مصرف اینولین سطوح زانتین‌اکسیداز با بهبود قابل توجهی در کاهش زانتین‌اکسیداز نسبت به گروه اینولین یا ورزش منجر شد. در خصوص اثر تمرینات ورزشی بر زانتین‌اکسیداز اگرچه مطالعات محدودند، اما در مطالعه‌ی Tekin (۲۰۱۰)، ۶ هفته تمرین هوازی و بی‌هوازی به کاهش سطوح زانتین‌اکسیداز در گروهی از ورزشکاران مرد نسبت به گروه کنترل منجر شد (۳۲). در یک جمع‌بندی، یافته‌های آماری آشکار نمود که ترکیب تمرینات CX و اینولین به کاهش سطوح زانتین‌اکسیداز نسبت به گروه‌های کنترل، ورزش و اینولین منجر می‌شود که به نوعی به اثر ضد استرس اکسیداتیوی ترکیب آن‌ها نسبت به اعمال هر یک از آن‌ها به‌تنهایی اشاره دارد. این یافته‌ها درحالی گزارش می‌شود که شواهد بالینی از نقش مؤثر زانتین‌اکسیداز به‌عنوان یک عامل استرس اکسیداتیو در پاتوژنز سندرم متابولیک حمایت می‌کند (۳۳). به طوری که افزایش زانتین‌اکسیداز به‌واسطه‌ی تولید اسید اوریک در پاتوژنز سندرم متابولیک و دیگر بیماری‌های مزمن مؤثر است. به عبارتی، زانتین‌اکسیداز تبدیل هیپوگزانتین به اسید اوریک و رادیکال‌های آنیونی سوپراکساید را کاتالیز می‌کند (۳۴). شواهد بالینی همچنین از افزایش سطوح زانتین‌اکسیداز در افراد دارای سندرم متابولیک نسبت به افراد سالم و ارتباط مستقیم آن با مارکرها‌ی تعیین سندرم متابولیک اشاره دارند (۳۳). از این رو، با استناد به شواهد موجود، مصرف اینولین به‌تنهایی یا در خلال تمرینات CX به‌عنوان یک راهکار مؤثر در مدیریت سندرم متابولیک معرفی می‌شود. علیرغم هایپراورمی در حضور سندرم متابولیک، نقش اصلی زانتین‌اکسیداز در این فرایند هنوز به خوبی مشخص نشده است.

در یک جمع‌بندی، با وجود این که شواهدی که اثرات ضد استرس اکسیداتیوی تمرینات CX را گزارش نماید، به چشم نمی‌خورد. شواهد مطالعات پیشین که اثر متدهای تمرینی مختلف را بر سطوح یا میزان فعالیت شاخص‌های استرس اکسیداتیو گزارش نموده‌اند، به نوعی یافته‌های متناقضی را ارائه نموده‌اند. به طوری که گایینی و قارداشی (۲۰۱۷) کاهش مالون‌دی‌آلدئید و افزایش گلوکوتایون پراکسیداز در غیاب تغییر سوپراکسیداز دیسموتاز (۳۵)، مطالعه‌ی یوسف‌پور و همکاران (۲۰۱۷) عدم تغییر ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان و مالون‌دی‌آلدئید (۲۹)، حجازی و همکاران (۲۰۱۴) کاهش مالون‌دی‌آلدئید و افزایش ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان (۲۷)، قهرمانی مقدم و حجازی (۲۰۱۶) عدم تغییر مالون‌دی‌آلدئید (۳۰) و Lambertucci و همکاران (۲۰۰۷) افزایش فعالیت کاتالاز و گلوکوتایون پراکسیداز و عدم تغییر سوپراکسیداز دیسموتاز و زانتین‌اکسیداز (۳۶) را متعاقب متدهای تمرینی مختلف گزارش نموده‌اند. در

## تشر و قدر دانی

IR.IAU.CTB.REC.1401.098 می باشد. محققان این مقاله از

کلیه افرادی که در این پژوهش شرکت کردند، صمیمانه سپاسگزاری می نمایند.

این مقاله برگرفته از رساله دکتری با شماره مجوز و تأیید کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی به شماره

## References

1. Buchan DS, Ollis S, Thomas NE & Baker JS. The influence of a high intensity physical activity intervention on a selection of health related outcomes: An ecological approach. *BMC Public Health* 2010; 10(1): 8.
2. Sharifirad GhR, Mohebbi S & Matlabi M. The relationship of physical activity in middle age and cardiovascular problems in old age in retired people in Isfahan, 2006. *Internal Medicine Today* 2007; 13(2): 57-63[Article in Persian].
3. Shamsi A & Ebadi A. Risk factors of cardiovascular diseases in elderly people. *Iranian Journal of Critical Care Nursing* 2011; 3(4): 189-94[Article in Persian].
4. Cannon CP. Cardiovascular disease and modifiable cardiometabolic risk factors. *Clinical Cornerstone* 2007; 8(3): 11-28.
5. Young IS & Woodside JV. Antioxidants in health and disease. *Journal of Clinical Pathology* 2001; 54(3): 176-86.
6. Furukawa S, Fujita T, Shimabukuro M, Iwaki M, Yamada Y, Nakajima Y, et al. Increased oxidative stress in obesity and its impact on metabolic syndrome. *The Journal of Clinical Investigation* 2004; 114(12): 1752-61.
7. Maia L, Duarte RO, Ponces-Freire A, Moura JGG & Mira L. NADH oxidase activity of rat and human liver xanthine oxidoreductase: Potent role in superoxide production. *Journal of Biological Inorganic Chemistry* 2007; 12(6): 777-87.
8. Radak Z, Zhao Z, Koltai E, Ohno H & Atalay M. Oxygen consumption and usage during physical exercise: The balance between oxidative stress and ROS-dependent adaptive signaling. *Antioxidants and Redox Signaling* 2013; 18(10): 1208-46.
9. Valado A, Pereira L, Tavares P & Ribeiro CF. Effect of the intense anaerobic exercise on nitric oxide and malondialdehyde in studies of oxidative stress. *International Journal of Biology and Biomedical Engineering* 2007; 1(1): 32-6.
10. Inal M, Akyuz F, Turgut A & Getsfrid WM. Effect of aerobic and anaerobic metabolism on free radical generation swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2001; 33(4): 564-7.
11. Pyne DB. Exercise-induced muscle damage and inflammation: A review. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport* 1994; 26(3-4): 49-58.
12. Kanter M. Free radicals, exercise and antioxidant supplementation. *Proceedings of the Nutrition Society* 1998; 57(1): 9-13.
13. Yorks DM, Frothingham CA & Schuenke MD. Effects of group fitness classes on stress and quality of life of medical students. *The Journal of the American Osteopathic Association* 2017; 117(11): e17-e25.
14. Roberfroid MB. Inulin-type fructans: Functional food ingredients. *The Journal of Nutrition* 2007; 137(S 11): 2493-502.
15. Kolida S & Gibson GR. Prebiotic capacity of inulin-type fructans. *The Journal of Nutrition* 2007; 137(S 11): 2503-6.
16. Dehghan P, Pourghassem-Gargari B, Faghfoori Z, Salekzamani Sh & Asghari-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. *Journal of Advances in Medical and Biomedical Research* 2014; 22(91): 25-38.

17. Aldubayan MA, Mao X, Laursen MF, Pigsborg K, Christensen LH, Roager HM, et al. 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. *Frontiers in Nutrition* 2023; 25(10): 1-13.
18. 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): 1897-907.
19. 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].
20. Kiani R & Fattahi H. Effects of eight weeks of trx and CXWORX exercises on trunk muscle strength, core endurance, and dynamic balance of female college students. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine* 2021; 10(2): 186-201[Article in Persian].
21. Colombo CM, De-Macedo RM, Fernandes-Silva MM, Caporal AM, Stingham 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.
22. 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].
23. Hashemi M, Rajmaninia F, Azarbaijani MA & Soltani M. The effects of continuous and interval aerobic training on the metabolic syndrome in elderly men. *Journal of Advances in Medical and Biomedical Research* 2018; 26(114): 71-83.
24. Dehghan P, Aliasgharzadeh AA, Asghari-Jafarabadi M & Pourghassem-Gargari B. Effects of inulin supplementation on total antioxidant capacity, glutathione peroxidase, superoxidase dismutase and catalase activities of type 2 Diabetes patients. *Studies in Medical Sciences* 2014; 24(12): 977-86[Article in Persian].
25. Hosseini-fard ES, Bavafa-Valenlia Kh, Saghafi-Asl M & Morshedi M. Antioxidative and metabolic effects of lactobacillus plantarum, inulin, and their synbiotic on the hypothalamus and serum of healthy rats. *Nutrition and Metabolic Insights* 2020; 13(1): 1-8.
26. Ziaei R, Shahshahan Z, Ghasemi-Tehrani H, Heidari Z & Ghiasvand R. Effects of inulin-type fructans with different degrees of polymerization on inflammation, oxidative stress and endothelial dysfunction in women with polycystic ovary syndrome: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Clinical Endocrinology* 2022; 97(3): 319-330.
27. Hejazi M, Nezamdoost Z & Saghebjo 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): 111-8[Article in Persian].
28. 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. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 2013; 23(3): 230-8.
29. Usefpor M, Ghasemnian AA & 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. *Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences* 2017; 22(5): 103-10[Article in Persian].
30. Ghahremani-Moghaddam M & Hejazi K. Effect of aerobic training on endothelin-1 and malondialdehyde in inactive elderly women. *Journal of Gorgan University of Medical Sciences* 2016; 18(3): 52-7[Article in Persian].

31. Van-Den-Ende W, Peshev D & De-Gara L. Disease prevention by natural antioxidants and prebiotics acting as ROS scavengers in the gastrointestinal tract. *Trends in Food Science and Technology* 2011; 22(12): 689-97.
32. Tekin A. Xanthine oxidase and uric acid response to a 6-week pre-season training programme in male athletes. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology* 2010; 4(8): 511-5.
33. Pandolfo-Feoli AM, Macagnan FE, Piovesan CH, Bodanese LC & Siqueira IR. Xanthine oxidase activity is associated with risk factors for cardiovascular disease and inflammatory and oxidative status markers in metabolic syndrome: Effects of a single exercise session. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2014; 2014(1): 587083.
34. Puddu P, Puddu GM, Cravero E, Vizioli L & Muscari A. The relationships among hyperuricemia, endothelial dysfunction, and cardiovascular diseases: Molecular mechanisms and clinical implications. *Journal of Cardiology* 2012; 59(3): 235-42.
35. Gaeini AA & Ghardashi Afousi AR. The effect of 10 weeks of aerobic interval training on antioxidant and oxidation status in type 2 Diabetic patients. *Journal of Sport Biosciences* 2017; 9(1): 93-108[Article in Persian].
36. 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; 128(3): 267-75.
37. Gourineni VP, Verghese M, Boateng J, Shackelford L & Bhat KN. Chemopreventive potential of synergyl and soybean in reducing azoxymethane-induced aberrant crypt foci in fisher 344 male rats. *Journal of Nutrition and Metabolism* 2011; 2011(1): 983038.
38. Zary-Sikorska E & Juskiewicz J. Effect of fructans with different degrees of polymerization on bacterial enzyme activity, lipid profile and antioxidant status in rats. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 2008; 58(2): 269-72.

# The Effect of CXWORX Exercises with Inulin Consumption on Oxidative and Antioxidant Stress Indices in Women with Metabolic Syndrome

Zeynab Arbabi<sup>1</sup> (M.S.), Abdolali Banaiefar<sup>2\*</sup> (Ph.D.), Sajjad Arshadi<sup>3</sup> (Ph.D.),  
Hamid Tabatabaei<sup>4</sup> (Ph.D.)

1 Ph.D. Candidate in Sport Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2 Associate Professor, Department of Sport Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

3 Assistant Professor, Department of Sport Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Iran

4 Assistant Professor, Department of Sport Pathology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Iran

## Abstract

Received: 17 Jan. 2023

Accepted: 24 Jun. 2023

**Background and Aim:** Metabolic syndrome refers to a set of metabolic disorders related to obesity, such as abdominal obesity, increased body fat mass, lipid disorders, hypertension, increased blood glucose, and insulin resistance. The present study was conducted with the aim of determining the effect of 8 weeks of CXWORX exercises combined with inulin consumption on some indicators of oxidative stress in obese women with metabolic syndrome.

**Materials and Methods:** Forty eight obese women with metabolic syndrome in the age range of 30 to 40 years were randomly divided into Control, inulin, CX exercise and combined groups were included. Subjects were present in the laboratory environment and 5 cc of blood was taken from their brachial vein. Blood sample was taken to measure malondialdehyde and xanthine oxidase (pre-test). Then the aforementioned interventions were performed on the studied groups for a period of 8 weeks. Finally, blood sampling was done again to measure the variables (post-test).

**Results:** The results of the correlated t-test revealed that in all three groups, the intervention led to a significant decrease in malondialdehyde compared to the pre-test; However, xanthine oxidase variable did not change significantly in the exercise group and significantly decreased in the inulin and combined groups compared to the pre-test. ANOVA results revealed that compared to the control group, the amount of malondialdehyde is significant only in the combined group ( $P \leq 0.05$ ). The amount of this variable in the combined group decreased significantly compared to the exercise and inulin group ( $P \leq 0.05$ ). No significant difference was observed between the exercise and inulin groups ( $P > 0.05$ ). Amount of xanthine oxidase, a significant difference had between the inulin and combination groups with the control group ( $P \leq 0.05$ ). No significant difference was observed between the exercise and inulin groups ( $P > 0.05$ ). Despite this, a significant difference in xanthine oxidase levels was observed between the combined group with the exercise and inulin groups ( $P \leq 0.05$ ).

**Conclusion:** Based on the available findings, it is concluded that the implementation of CX exercises combined with the use of inulin reduces the oxidative stress function more than the application of each of them alone in women with metabolic syndrome.

**Keywords:** CXWORX Exercise, Oxidative Stress, Inulin, Metabolic Syndrome

\* Corresponding Author:

Banaiefar A

Email:

A\_banaiefar@azad.ac.ir