تاثیر تمرینات هوازی توام با مکمل سازی سلن پلاس بر فاکتور رشد اندوتلیال عروقی و ظرفیت تام آنتی اکسیدان در زنان دارای سندرم متابولیک

دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۱۹ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۳

شمس واله[۱]، عبدالعلی بنائی‌فر[۲*]، سجاد ارشدی[۳]، ولی‌الله شاهدی[٤]

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

چکیده

مقدمه و هدف: چاقی و بیماری‌های وابسته به آن، با استرس اکسیداتیو و اختلال اندوتلیال عروقی همراه است. مطالعه حاضر با هدف تعیین اثر تمرینات هوازی توام با مکمل‌سازی سلن پلاس بر فاکتور رشد اندوتلیال عروقی و ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان در زنان دارای سندرم متابولیک انجام گرفت.

روش کار: برای این منظور، ۴۸ زن چاق غیر فعال دارای سندرم متابولیک در دامنه سنی ۴۵-۳۰ سال به شیوه تصادفی در چهار گروه: کنترل (بدون مداخله)؛ سلن پلاس (روزانه ۱۰۰۰ گرم)، ورزش (تمرین هوازی) و گروه ترکیبی (تمرین هوازی+ سلن پلاس) قرار گرفتند. دوره مداخله ۸ هفته به طول انجامید. سطوح ناشتایی TAC و VEGF و شاخص‌های آنتروپومتریکی در شرایط قبل و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین در هر گروه اندازه‌گیری شد. برای مقایسه داده‌ها از آزمون آماری آنکوا همراه با تست تعقیبی بنفرونی و برای تعیین تغییرات درون گروهی از تی همبسته استفاده گردید ($p<۰/۰۵$).

یافته‌ها: در مقایسه با گروه کنترل، سطوح سرمی VEGF در گروه هوازی ($p<۰/۰۰۱$) و TAC در گروه سلن پلاس ($p<۰/۰۱$) افزایش معنی‌داری یافتند. از طرفی، سطوح هر دو TAC و VEGF در گروه ترکیبی نسبت به دیگر گروه‌ها به میزان معنی‌داری افزایش یافتند ($p<۰/۰۰۱$).

نتیجه‌گیری: یافته‌های مطالعه حاضر به اثرات آنتی‌اکسیدانی و قلبی-عروقی بیشتر مصرف سلن پلاس در خلال تمرینات هوازی نسبت به اعمال هر یک از آنها به تنهایی اشاره داد. شناخت مکانیسم‌های عهده‌دار تاثیر سلن پلاس به‌هنگام تمرینات ورزشی بر عملکرد قلبی-عروقی نیازمند مطالعات بیشتری است.

کلیدواژه‌ها: فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فاکتور رشد اندوتلیال عروقی، تمرین ورزشی، سندرم متابولیک

* **نویسنده مسئول:** دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، تهران، ایران

ایمیل: banaeia2006@yahoo.com **تلفن:** ۰۹۱۲۲۲۵۱۷۷۹ **نمابر:** ۰۲۱۴۴۸۲۳۲۷۶

[Downloaded from journal.jmu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.25382810.1402.10.4.6.5]

مقدمه

سندرم متابولیک اگرچه مشخصا فاقد علایم ظاهری است اما چاقی شکمی و افزایش فشار خون از علائم ظاهری آن هستند و در صورت مشاهده این علائم ظاهری می‌بایست دیگر علائم غیر ظاهری آن را جستجو نمود (۱). این بیماری مجموعه‌ای از عوامل خطرزای قلبی-عروقی نظیر افزایش توده بدن، افزایش فشارخون همراه با سطح پایین لیپوپروتئین با دانسیته پایین (HDL) را شامل می‌شود (۵-۲) وجود حداقل ۴ مورد از اختلالات زیر نظیر دور کمر بیش از ۸۸ و ۱۰۲ به ترتیب در زنان و مردان، گلوکز ناشتای بالاتر از ۱۰۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر، فشار سیستول بالاتر از ۱۲۰ و دیاستول بالاتر از ۹۰، HDL پایین‌تر از ۴۰ و۵۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر به ترتیب در مردان و زنان و تری گلیسرید بالای ۱۵۰ میلی‌گرم بر دسی لیتر به عنوان ملاک ابتلا به سندرم متابولیک معرفی شده است (۶).

این بیماری که از پیامدهای چاقی است بواسطه ایجاد استرس اکسیداتیو و کاهش عملکرد آنتی‌اکسیدانی به اختلال عملکرد اندوتلیال منجر می‌شود که به نوبه خود اولین گام در شیوع یا پیشرفت بیماری‌های قلبی-عروقی است (۷،۸). اندوتلیوم یکی از نواحی مهم در تنظیم عملکرد عروقی است و فاکتور رشد اندوتلیال عروقی (VEGF) از مهمترین مارکرهای عملکرد اندوتلیال عروقی است. مطالعات آزمایشگاهی همچنین اشاره نموده‌اند که اثرات اندوتلیالی نیتریک اکساید (NO) با افزایش VEGF آشکار می‌شود (۹). VEGF یک سایتوکین با وزن مولکولی ۴۵ کیلو دالتون تحت عنوان قویترین عامل آنژیوزنیکی ویژه سلول های اندوتلیال عروقی معرفی شده است که اثر کاهندگی آن روی فشارخون در شرایط چاقی یا بیماری های وابسته به چاقی بواسطه فعال سازی VEGFR-2 نمایان می شود (۹). از طرفی، افزایش فشارخون از پیامدهای مهار VEGFR-2 عنوان شده است (۹). از طرفی، کاهش VEGF به عنوان فاکتور گشاد کننده عروقی به تنگ شدن عروق و افزایش فشارخون منجر می‌شود (۱۰).

مطالعات سلولی-مولکولی روی جمعیت‌های چاق همچنین به نقش موثر استرس اکسیداتیو و نشانگرهای عملکرد آنتی-اکسیدانی نظیر ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان (TAC) بر شاخص-های عملکرد اندوتلیال عروقی اشاره دارد. بطوریکه کاهش TAC بواسطه کاهش سطوح سرمی VEGF به کاهش عملکرد اندوتلیال عروقی منجر می‌شود (۱۱). بر پایه شواهد مذکور، ایجاد راهکارهای منتهی به بهبود عملکرد آنتی‌اکسیدانی یا عملکرد اندوتلیال عروقی در بیماران سندرم متابولیکی در کانون توجه محققان علوم سلامت قرار دارد و نقش تمرینات ورزشی در این زمینه همواره مطرح است. بطوریکه، در مطالعه طلوعی آذر و همکاران ۸ هفته تمرین هوازی به افزایش VEGF و بهبود عملکرد آنتی‌اکسیدانی در زنان چاق غیر فعال منجر شد (۱۲). با این وجود، در مطالعه شکرچی‌زاده و همکاران، ۴ هفته تمرین مقاومتی به تعداد ۳ جلسه در هفته به تغییری در سطوح VEGF منجر نشد (۱۳).

برخی مطالعات نیز اثرات آنتی‌اکسیدانی و قلبی-عروقی مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی را مستقیما یا در کنار مداخلات ورزشی بر شاخص‌های عملکرد قلبی-عروقی ارزیابی نموده اند. در این میان، مکمل آنتی‌اکسیدانی سلن پلاس اگرچه کمتر شناخته شده است اما بر پایه شواهد موجود ترکیبی از چندین آنتی‌اکسیدان غیر آنزیمی حاوی سلنیم ۵۰ میکروگرم، روی ۸ میلی‌گرم، ویتامین A ۴۰۰ میکروگرم، ویتامین C ۱۲۵ میلی‌گرم و ویتامین E ۴۰ میلی‌گرم می‌باشد (۱۴). بطوریکه ویتامین E با کاهش موثر اکسیداسیون غشای لیپیدی سلول‌ها (۱۵)، ویتامین C با ایجاد مقاومت LDL-C به اکسیداسیون و کاهش سطح استرس اکسیداتیو ناشی از رادیکال‌های آزاد فعال (۱۶)، ویتامین A با تمایز سلولی، کاهش چسبندگی سلول به سلول و تنظیم سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی (۱۷)، روی به عنوان گیرنده رادیکال‌های آزاد اکسیژن و تنظیم بیان گیرنده هسته‌ای ویتامین A و سلنیوم بواسطه سم‌زدایی بدن از رادیکال‌های آزاد اکسیژن نقش بالقوه‌ای را در تقویت سیستم ضد اکسایشی ایفا می‌کنند. چنانچه بخواهیم به اثرات فیزیولوژیکی سلن پلاس اشاره کنیم، سلنیوم بواسطه اثر آنتی‌اکسیدانی آن روی نیتریک اکسید به اتساع عروقی و کاهش فشارخون منجر می‌شود (۱۴). علیرغم اثر آنتی‌اکسیدانی بالقوه سلن پلاس اما تاکنون مطالعه‌ای که اثر مجزا یا ترکیبی آن با تمرینات ورزشی را بر مؤلفه‌های استرس اکسیداتیو یا عملکرد اندوتلیال عروقی را دنبال نماید به چشم نمی‌خورد (۱۸). از این رو، مطالعه حاضر با هدف اصلی تعیین اثر ۸ هفته تمرین هوازی + سلن پلاس بر TAC و VEGF به عنوان شاخص‌های استرس اکسیداتیو و عملکرد اندوتلیال عروقی در زنان دارای سندرم متابولیک انجام گرفت.

روش کار

مطالعه حاضر به روش پژوهش نیمه تجربی و طرح تحقیق از نوع آزمایشی با طرح پیش آزمون و پس آزمون انجام گرفت. جامعه آماری مطالعه حاضر را زنان چاق بزرگسال ۳۰ تا ۴۵ سال

[Downloaded from journal.jmu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.25382810.1402.10.4.6.5]

غیرفعال دارای سندرم متابولیک تشکیل می‌دهند که متعاقب یک فراخوان پژوهشی جهت شرکت در مطالعه داوطلب شدند. نمونه‌های مورد مطالعه را ۴۸ زن چاق بزرگسال دارای سندرم متابولیک در دامنه سنی ۳۰ تا ۴۵ سال (۳۰≤BMI≤۳۶) تشکیل می‌دهد که به شیوه تصادفی از بین جامعه تحقیق انتخاب شده‌اند و در ادامه به شیوه تصادفی بلوکی در ۴ گروه تقسیم شدند: گروه تمرین هوازی (۸ هفته تمرینات هوازی به صورت یک روز در میان)، گروه سلن پلاس (۸ هفته مصرف مصرف مکمل سلن پلاس، روزانه ۱۰۰۰ میلی‌گرم)، گروه ترکیبی (۸ هفته تمرینات هوازی همراه با مصرف مکمل سلن پلاس) و گروه کنترل (بدون مداخله).

معیارهای ورود و خروج از مطالعه: چاقی (۳۰≤BMI≤۳۶) و وجود حداقل ۴ مورد از نشانگرهای سندرم متابولیک (دور کمر بیش از ۸۸، گلوکز ناشتای بالاتر از ۱۰۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر، فشارخون سیستول بالاتر از ۱۲۰ و دیاستول بالاتر از ۹۰، HDL پایین‌تر از ۵۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر و تری گلیسرید بالای ۱۵۰ میلی‌گرم) از معیارهای ورود به مطالعه بود. عدم سوابق ابتلا به بیماری‌های کلیوی و سرطان همچنین صرع و تشنج نیز از معیارهای ورود به مطالعه بود. افراد مورد مطالعه غیر ورزشکار، غیر سیگاری و غیر باردار بودند. بطوریکه در طول ۶ ماه گذشته در برنامه تمرینی منظمی شرکت نداشته‌اند. همچنین در ۶ ماه گذشته دارای رژیم غذایی تعریف شده‌ای نبوده و نوسان وزن آنها کمتر از یک کیلوگرم بوده است. از طرفی، عدم شرکت منظم در جلسات تمرینی و عدم مصرف مکمل یا ابتلا به هر بیماری که متغیرهای وابسته را متاثر کند از معیارهای خروج از مطالعه بودند.

اندازه‌گیری‌های آنتروپومتری: سطوح شاخص‌های آنتروپومتریکی در تمامی گروه‌ها در شرایط قبل و پس از مداخله ورزشی اندازه‌گیری شد. بطوریکه اندازه‌گیری قد با استفاده از قدسنج دیواری، بدون کفش و با دقت ۰/۱ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. دور باسن و شکم بعد از یک بازدم عادی در قطورترین ناحیه توسط متر نواری غیر قابل ارتجاع با دقت خطای کمتر از ۰/۱ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری وزن از ترازوی Seca با دقت ۰/۵ کیلوگرم استفاده گردید. شاخص توده بدن با استفاده از تقسیم وزن (کیلوگرم) بر قد (مترمربع) اندازه‌گیری شد. درصد چربی بدن توسط دستگاه سنجش ترکیب بدن (OMRON، فنلاند) اندازه‌گیری شد.

تمرینات هوازی و نمونه‌گیری خون

پس از اندازه‌گیری‌های آنتروپومتری، از آزمودنی‌ها خواسته شد تا بعد از ۱۰ تا ۱۲ ساعت گرسنگی شبانه (ناشتا) بین ساعت‌های ۸ تا ۹ صبح در آزمایشگاه خون جهت نمونه‌گیری حضور یابند. از آزمودنی‌ها خواسته شد تا برای مدت ۴۸ ساعت قبل از نمونه‌گیری خون از هر گونه فعالیت فیزیکی سنگین خودداری نمایند. نمونه‌گیری خون (۵ میلی‌لیتر) از سیاهرگ دست چپ هر آزمودنی در وضعیت نشسته و در حالت استراحت به عمل آمد و پس از جداسازی سرم در دمای منفی ۸۰ تا زمان اندازه‌گیری متغیرها نگهداری شدند (پیش آزمون). تمرینات هوازی در قالب ۸ هفته به صورت یک روز در میان در دامنه شدت تمرین از ۵۵٪ ضربان قلب بیشینه در هفته اول تا ۷۵٪ ضربان قلب بیشینه در هفته آخر انجام شد. به طوری که هر هفته به زمان و شدت تمرین اضافه شد (۱۹). برنامه اصلی تمرینات هوازی در قالب دویدن روی سطح صاف بدون شیب انجام شد (جدول ۱). هر جلسه تمرینی با ۵ تا ۱۰ دقیقه گرم کردن و سرد کردن شروع و به پایان می‌رسید. در طول این دوره تمرینی، گروه کنترل و سلن پلاس در هیچ برنامه تمرینی شرکت نداشتند.

سرانجام ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، نمونه-گیری خون مجدد در شرایط مشابه با پیش آزمون به عمل آمد (پس آزمون). برای اندازه‌گیری ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان از کیت تخصصی شرکت نوند سلامت (ایران) به روش کالریمتریک استفاده شد. همچنین فاکتور رشد اندوتلیال عروقی با استفاده از کیت تجاری(شرکت (Cusabio با حساسیت اندازه‌گیری ۰/۸ پیکوگرم بر میلی‌لیتر به روش الایزا اندازه‌گیری شد.

جدول ۱. توزیع شدت تمرین هنگام فعالیت دویدن در طول برنامه تمرینی (۱۹)

دروه تمرین	شدت تمرین (%HRmax)	زمان اجرا در هر جلسه تمرینی	استراحت غیرفعال بین ست‌ها
هفته اول و دوم	۶۰٪ ≤ شدت ≤ ۵۵٪	۳ ست ۵ دقیقه‌ای	۳ دقیقه
هفته سوم و چهارم	۶۵٪ ≤ شدت ≤ ۶۰٪	۲ ست ۱۰ دقیقه‌ای	۵ دقیقه
هفته پنجم و ششم	۷۰٪ ≤ شدت ≤ ۶۵٪	۲ ست ۱۵ دقیقه‌ای	۵ دقیقه
هفته هشتم و نهم	۷۵٪ ≤ شدت ≤ ۷۰٪	۲ ست ۲۰ دقیقه‌ای	۵ دقیقه

[Downloaded from journal.jmu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.25382810.1402.10.4.6.5]

روش‌های آماری

از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ برای آنالیز آماری استفاده شد. جهت اطمینان از توزیع نرمال داده‌ها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد. جهت مقایسه متغیرهای وابسته بین گروه‌ها از آزمون آماری آنکوا همراه با تست تعقیبی بنفرونی استفاده گردید. برای تعیین تغییرات درون گروهی در هر گروه از آزمون تی وابسته استفاده گردید. سطح معنی‌داری آزمون‌ها p<۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

مقادیر مربوط به میانگین و انحراف استاندارد شاخص‌های آنتروپومتریکی در شرایط پیش و پس آزمون در جدول ۲ خلاصه شده است. همچنین تغییرات درون گروهی و سطح معنی‌داری تغییرات هر یک از متغیرها بین دو شرایط پیش و پس آزمون در هر گروه که توسط آزمون تی همبسته مشخص شده است در جدول مشخص شده است.

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد شاخص‌های آنتروپومتریکی در گروه‌های مورد مطالعه

متغیر	زمان	گروه: کنترل	ورزش	سلن پلاس	ترکیبی
وزن (کیلوگرم)	پیش آزمون	۸۵±۳/۹۵	۸۳/۹±۴/۶۸	۸۴/۱±۲/۷۱	۸۳/۷±۶/۴۹
	پس آزمون	۸۵±۳/۸۸	۷۹/۲±۴/۶۷	۸۳/۳±۲/۲۹	۷۹/۵±۶/۷۷
	p value	۰/۵۸۶	۰/۰۰۱	۰/۰۱۷	۰/۰۰۱
محیط شکم (سانتی متر)	پیش آزمون	۱۱۵±۴/۸۸	۱۱۵±۵	۱۱۴±۴	۱۱۶±۶
	پس آزمون	۱۱۵±۴/۸۵	۱۰۹±۵	۱۱۳±۴	۱۱۲±۶
	p value	۰/۲۲۰	۰/۰۰۱	۰/۰۶۳	۰/۰۰۱
محیط باسن (سانتی‌متر)	پیش آزمون	۱۱۴±۳/۴۶	۱۱۶±۲	۱۱۶±۲	۱۱۷±۲
	پس آزمون	۱۱۴±۳/۵۵	۱۱۱±۲	۱۱۵±۳	۱۱۳±۲
	p value	۰/۱۱۲	۰/۰۰۱	۰/۱۹۱	۰/۰۰۱
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	پیش آزمون	۳۲/۰۷±۱/۴۸	۳۲/۳۵±۱/۳۹	۳۲/۳۶±۱/۳۳	۳۲/۱۸±۱/۹۹
	پس آزمون	۳۲/۱۳±۱/۳۲	۳۰/۵۵±۱/۴۲	۳۲/۰۷±۱/۴۸	۳۰/۵۶±۲/۰۵
	p value	۰/۶۱۲	۰/۰۰۱	۰/۰۲۱	۰/۰۰۱

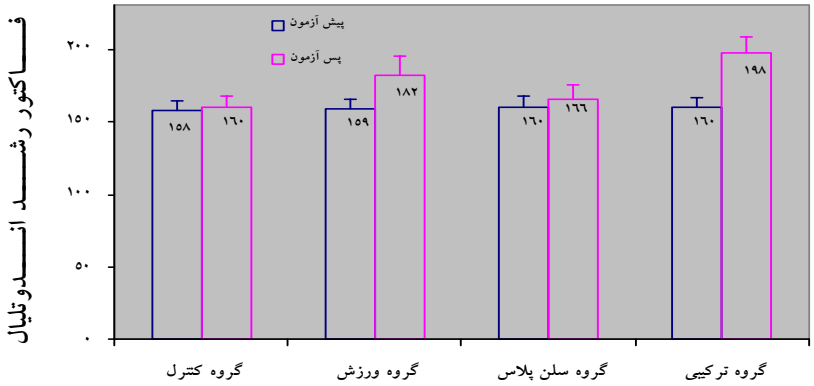
نتایج آزمون آماری آنکوا بیانگر تفاوت معنی‌داری در تغییرات سطوح VEGF بین گروه‌های مورد مطالعه است (p<۰/۰۰۱). از طرفی، بر پایه یافته های حاصل از آزمون پیگرد بنفرونی (جدول ۳)، علیرغم عدم تفاوت VEGF بین گروه سلن پلاس و کنترل، اما تفاوت معنی‌داری بین گروه کنترل با گروه-های ورزش و ترکیبی مشاهده شد. به عبارتی، در مقایسه با گروه کنترل، سطوح VEGF در گروه‌های ورزش و ترکیبی به میزان معنی‌داری افزایش یافت. همچنین تفاوت معنی‌داری بین گروه ورزش با گروه‌های سلن پلاس و ترکیبی مشاهده شد. بین گروه سلن پلاس و ترکیبی نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. به عبارتی، اجرای تمرینات هوازی توام با مصرف سلن پلاس به افزایش VEGF نسبت به اعمال هر یک از آنها به تنهایی منجر شد (نمودار ۱).

جدول ۳. نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی برای VEGF بین گروه های مورد مطالعه

گروه	گروه	میانگین اختلاف	خطای استاندارد	ارزش P
کنترل	ورزش	-۲۱/۳۴۶	۳/۸۸۷	۰/۰۰۱
کنترل	سلن پلاس	-۴/۹۴۴	۳/۸۹۹	۰/۹۹۹
کنترل	ترکیبی	-۳۶/۸۱۱	۳/۹۰۱	۰/۰۰۱
ورزش	سلن پلاس	۱۶/۴۱۹	۳/۸۸۶	۰/۰۰۱
ورزش	ترکیبی	-۱۵/۴۴۷	۳/۸۸۷	۰/۰۰۲
سلن پلاس	ترکیبی	-۳۱/۸۶۶	۳/۸۸۲	۰/۰۰۱

[Downloaded from journal.jmu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.25382810.1402.10.4.6.5]



نمودار ۱. الگوی تغییرات VEGF در گروه های مورد مطالعه. اجرای تمرینات هوازی به تنهایی همچنین تمرینات هـوازی توام با مصرف سلن پلاس به افزایش VEGF نسبت به گروه کنترل

نتایج آزمون آماری آنکوا بیانگر تفاوت معنی‌داری در تغییرات سطوح TAC بین گروه‌های مورد مطالعه است($p<۰/۰۰۱$). از طرفی، بر پایه یافته‌های حاصل از آزمون پیگرد بنفرونی (جدول ۴)، علیرغم عدم تفاوت TAC بین گروه کنترل و ورزش، اما تفاوت معنی‌داری بین گروه کنترل با گروه‌های سلن پلاس و ترکیبی مشاهده شد. به عبارتی، در مقایسه با گروه کنترل، سطوح TAC در گروه‌های سلن پلاس و ترکیبی به میزان معنی‌داری افزایش یافت. همچنین تفاوت معنی‌داری بین گروه ورزش و سلن پلاس مشاهده نشد. با این وجود، تفاوت معنی‌داری در سطوح TAC بین گروه ترکیبی با گروه‌های ورزش و سلن پلاس مشاهده شد. به عبارتی، سطوح TAC در گروه ترکیبی به میزان معنی‌داری نسبت به گروه ورزش و سلن پلاس افزایش یافت. به بیانی دیگر، اجرای تمرینات هوازی توأم با مصرف سلن پلاس به افزایش TAC نسبت به اعمال هر یک از آنها به تنهایی منجر شد (نمودار ۲).

جدول ٤. نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی برای TAC بین گروه‌های مورد مطالعه

گروه	گروه	میانگین اختلاف	خطای استاندارد	ارزش P
کنترل	**ورزش**	-۰/۱۵۵	۰/۰۶۵	۰/۱۲۵
کنترل	**سلن پلاس**	-۰/۲۵۷	۰/۰۶۵	۰/۰۰۲
کنترل	**ترکیبی**	-۰/۴۹۷	۰/۰۶۵	۰/۰۰۱
ورزش	**سلن پلاس**	-۰/۱۰۲	۰/۰۶۴	۰/۷۱۵
ورزش	**ترکیبی**	-۰/۳۴۳	۰/۰۶۴	۰/۰۰۱
سلن پلاس	**ترکیبی**	-۰/۲۴۰	۰/۰۶۴	۰/۰۰۳

[Downloaded from journal.jmu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.25382810.1402.10.4.6.5]



نمودار ۲. الگوی تغییرات TAC در گروه های مورد مطالعه. مصرف سلن پلاس به تنهایی همچنین مصرف سلن پلاس توام با تمرینات هوازی به افزایش TAC نسبت به گروه کنترل

بحث

یافته‌های مطالعه بیانگر افزایش معنی‌دار VEGF در پاسخ به تمرینات هوازی در غیاب تغییر TAC در زنان غیرفعال دارای سندرم متابولیک در مقایسه با گروه کنترل بود. از طرفی، مصرف سلن پلاس به تنهایی به افزایش معنی‌دار TAC در غیاب تغییر VEGF نسبت به گروه کنترل که در هیچ مداخله‌ای شرکت نداشتند منجر شد. با این وجود، اجرای تمرینات هوازی توأم با مصرف سلن پلاس با افزایش VEGF و TAC نسبت به گروه کنترل همراه بود. اجرای تمرینات هوازی توأم با مصرف سلن پلاس همچنین به افزایش VEGF و TAC نسبت به اعمال هر یک از آنها به تنهایی منجر شد. این یافته‌ها به نوعی از اثربخشی اندوتلیال عروقی مصرف مکمل سلن پلاس در خلال تمرینات هوازی در زنان دارای سندرم متابولیک حمایت می‌کند.

یافته‌های مطالعه آشکار نمود که علیرغم اینکه مصرف سلن پلاس به تنهایی و توام با تمرینات هوازی به افزایش ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان منجر شد اما اجرای تمرینات هوازی با تغییر محسوس در آن نسبت به گروه کنترل همراه نبود. به عبارتی، ۸ هفته تمرین هوازی به صورت یک در میان با تغییر در ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان در زنان دارای سندرم متابولیک نسبت به گروه کنترل همراه نبود. علیرغم یافته‌های ما، حجازی و همکاران به افزایش ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان و کاهش مالون د آلدئید متعاقب ۱۲ هفته تمرین هوازی در زنان چاق اشاره داشته‌اند. افزایش ظرفیت تام آنتی اکسیدان و بهبود نیمرخ چربی همچنین توسط مهربانی و همکاران بدنبال ۱۴ هفته تمرین تناوبی هوازی در زنان سالم گزارش شده است (۲۱). فاتوروس و همکاران گزارش نموده‌اند که ظرفیت تام آنتی اکسیدان و گلوتاتیون پراکسیداز در حالت استراحت و پس از یک تست تریدمیل تا واماندگی متعاقب ۴ ماه تمرین هوازی در افراد سالمند به میزان معنی‌داری افزایش می‌یابد (۲۲). با این وجود، همسو با یافته‌های مطالعه حاضر، یوسف پور و همکاران به عدم تغییر ظرفیت تام آنتی اکسیدان بافت کبدی موش‌های صحرایی در پاسخ به ۸ هفته تمرین تناوبی اشاره نموده‌اند (۲۳). در مطالعه عزیزبیگی و همکاران نیز ۸ هفته تمرین مقاومتی پیش رونده علیرغم اینکه به افزایش فعالیت سوپراکسیداز دیسموتاز و کاهش مالون د آلدئید منجر شد اما تغییری در ظرفیت تام آنتی اکسیدان مشاهده نشد (۲۴). در مطالعه حاضر، علیرغم اینکه ظرفیت تام آنتی اکسیدان در گروه ورزش در پاسخ به تمرینات هوازی تغییر نکرد اما در پاسخ به مصرف سلن پلاس در گروه سلن پلاس به میزان معنی‌داری افزایش یافت. در این زمینه اگرچه مطالعه‌ای که اثرات مستقیم سلن پلاس را بر ظرفیت تام آنتی‌اکسیدان دنبال نماید به چشم نمی‌خورد اما شیرعلی و همکاران اینگونه گزارش نموده‌اند که افزایش سوپراکسیداز دیسموتاز به عنوانی یکی دیگر از آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی پلاسما متعاقب ۶ هفته تمرین هوازی توام با مصرف سلیمارین در دانشجویان پسر غیر ورزشکار به مراتب بیشتر از آنهایی بود که تنها سلیمارین مصرف نموده‌اند (۲۵).

درخصوص اثرات اندوتلیالی سلن پلاس، یافته‌های مطالعه حاضر از عدم تأثیر مصرف آن بر VEGF اشاره دارد.

[Downloaded from journal.jmu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.25382810.1402.10.4.6.5]

به عبارتی، مصرف ۸ هفته‌ای سلن پلاس به تغییری در VEGF در زنان دارای سندرم متابولیک منجر نشد. این درحالی است که اجرای تمرینات هوازی با و بدون مصرف سلن پلاس به افزایش قابل توجه این فاکتور اندوتلیال عروقی منجر شد. در این زمینه، مهری الوار و همکاران به افزایش سطوح سرمی VEGF در مردان جوان در پاسخ به تمرینات مقاومتی ۵ هفته‌ای اشاره نموده‌اند (۲۶). طلوعی آذر و همکاران نیز افزایش VEGF را متعاقب تمرینات هوازی و مقاومتی را در زنان غیر فعال گزارش نموده‌اند (۱۲). فرزانگی و همکاران نیز افزایش VEGF و کاهش فشارخون سیستول و دیاستول متعاقب تمرینات هوازی را در زنان یائسه مبتلا به فشارخون بالا گزارش نموده‌اند (۲۷). از طرفی، علیرغم اینکه تاکنون مطالعه‌ای اثر مصرف سلن پلاس در طول تمرینات ورزشی را بر VEGF یا شاخص‌های عملکرد اندوتلیال عروقی گزارش نکرده است اما جهانگیری و همکاران افزایش VEGF همراه با کاهش TNF-α در قلب رت‌های دیابتی را متعاقب ۶ هفته تمرین شنای هوازی توأم با مصرف مکمل آربوتین گزارش نموده‌اند (۲۸).

در یک جمع‌بندی، یافته‌های مطالعه حاضر از اثرات آنتی اکسیدانی تمرینات هوازی توأم با مصرف سلن پلاس همراه با بهبود عملکرد اندوتلیال عروقی در زنان دارای سندرم متابولیک حمایت می‌کند. در واقع، با چشم پوشی از عدم تغییر ظرفیت تام آنتی اکسیدان در گروه هوازی و VEGF در گروه سلن پلاس اما چنانچه بخواهیم از مجموع یافته‌ها نتیجه‌گیری کلی داشته باشیم می‌توان بیان نمود که مصرف مکمل سلن پلاس در خلال تمرینات هوازی با بهبود عملکرد اندوتلیال عروقی در زنان چاق دارای سندرم متابولیک همراه است.

در این زمینه، جدا از تمرینات هوازی، اگرچه اثرات آنتی اکسیدانی یا اندوتلیالی مکمل سلن پلاس به خوبی مشخص نشده است اما مطالعات متعددی به ویژگی‌های بارز اجزای تشکیل دهنده آن اشاره داشته‌اند. بطوریکه مطالعات آزمایشگاهی آشکار نموده‌اند که برخی آنتی‌اکسیدان‌های غذایی به‌ویژه ویتامین C و E و بتاکاروتن در یک عملکرد مشارکتی به عنوان سیستم دفاع آنتی اکسیدانی داخل سلولی عمل کرده و مصرف همزمان آنها مؤثرتر از هر یک از آنها به تنهایی خواهد بود (۲۹). کمبود آنتی اکسیدان هایی نظیر ویتامین C و E و سلنیوم به استرس اکسیداتیو و اختلال در پاسخ سیستم ایمنی منجر می‌شوند (۳۰). بر پایه یافته‌های مطالعه حاضر و شواهدی که از عملکرد آنتی اکسیدانی سلنیوم و بهبود سیستم ایمنی اشاره داشته‌اند (۳۱،۳۲،۳۳)، به نظر می‌رسد استفاده از سلنیوم در کنار تمرینات هوازی از طریق بهبود سیستم ایمنی و محافظت از سلول در مقابل استرس اکسیداتیو و تشکیل رادیکال‌های آزاد بهنگام فعالیت ورزشی نقش مستقیمی در بهبود ظرفیت آنتی اکسیدان و سطوح سرمی VEGF داشته باشد. از طرفی، ویتامین E بعنوان یکی از آنتی اکسیدان‌های مهارکننده فرایند پراکسیداسیون لیپیدی معرفی شده است که به لحاظ موقعیت خود در غشاء سلولی عروق از آسیب غشاء در برابر رادیکال‌های آزاد پراکسیل ناشی از اکسیداسیون چربی‌ها محافظت می‌کند (۳۴). مصرف ویتامین C یا اسید اسکوربیک نیز بواسطه خنثی‌سازی و احیای رادیکال‌های آزاد O_2 ، OH و H_2O_2 ، رادیکال‌های ئیدروکسیل، نیتروژن اکساید به کاهش آسیب‌های استرس اکسیداتیو و بهبود عملکرد اندوتلیال عروقی منجر می‌شود (۳۵). سلنیوم نیز به‌واسطه عملکرد آنتی اکسیدانی خود به‌عنوان کوفاکتور گلوتاتیون پراکسیداز عمل می‌کند. بطوریکه بعنوان یک میکرونوترنیت با گلوتاتیون پراکسیداز در تجزیه هیدروژن پراکساید مشارکت دارد. اثر احیاکنندگی و تجزیه کنندگی H_2O_2 توسط سلنیوم بواسطه افزایش محتوای آنزیمی گلوتاتیون پراکسیداز که به کاهش آسیب سلولی ناشی از H_2O_2 منجر می‌شود نمایان می‌شود (۳۶). روی نیز اگرچه مستقیماً رادیکال‌های آزاد را متأثر نمی‌کند اما در یک فرآیند رقابتی با مس به‌واسطه اتصال به دیواره سلولی به مهار تولید رادیکال‌های هیدروکسیل در سیستم عروقی منجر می‌شود (۳۷). این شواهد به‌نوعی از اثرات آنتی اکسیدانی و اندوتلیالی سلن پلاس حمایت می‌کند و در کنار یافته‌های مطالعه حاضر به این نکته اشاره دارد که مصرف سلن پلاس در خلال تمرینات هوازی با عملکرد آنتی اکسیدانی بیشتر همراه با بهبود VEGF نسبت به اعمال هر یک از آنها در بیماران سندرم متابولیک همراه است. با این وجود، تنها با اندازه‌گیری شاخص‌های مذکور نمی‌توان به اثرات قلبی-عروقی و عملکرد اندوتلیالی آنها اشاره نمود. بطوریکه عدم اندازه‌گیری سایر شاخص‌های اندوتلیال عروقی نظیر نیتریک اکساید (NO) یا ذرات کوچک اندوتلیال عروقی (EMPs) از محدودیت‌های مطالعه حاضر است و نیاز به اندازه‌گیری آنها جهت شناخت بیشتر مکانیسم‌های عهده‌دار تأثیر تمرینات هوازی و سلن پلاس بر عملکرد اندوتلیال عروقی را گوشزد می‌کند.

نتیجه‌گیری

علیرغم اثرات ضد استرس اکسیداتیوی سلن پلاس و تمرینات هوازی که در اغلب مطالعات پیشین عنوان شده است،

[Downloaded from journal.jmu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.25382810.1402.10.4.6.5]

یافته‌های این مطالعه به اثرات آنتی‌اکسیدانی همراه با بهبود فاکتور رشد اندوتلیال عروقی بیشتر مصرف سلن پلاس در طول تمرینات هوازی نسبت به اعمال هر یک از آنها به تنهایی اشاره داد. از طرفی، به این دلیل که کمتر مطالعه‌ای اثر همزمان تمرینات هوازی و سلن پلاس را بر عملکرد قلبی-عروقی یا اندوتلیال عروقی بویژه در بیماران سندرم متابولیک بوده است، تفسیر این یافته‌ها نیازمند مطالعات بیشتر در این زمینه است.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از حضور کلیه افراد مورد مطالعه در قالب گروه تجربی و کنترل همچنین حمایت دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب تشکر می‌نمایند. این مقاله حاصل رساله دکتری فیزیولوژی ورزشی، با کد اخلاق IR.IAU.CTB.REC.1401.139 است.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافعی بین نویسندگان وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان

همه نویسندگان به طور یکسان مشارکت داشتند

References

1. Eckel R, Braunwald E, Fauci AS. Metabolic syndrome. In Harrison principles of internal medicine. 17 th, 2nd Ed. New York: Mcg raw hill; 2008: 1509-14.
2. Alizade Z, Azadbakht L. Review of epidemiology of metabolic syndrome in Iran. Iranian Journal of Diabetes and Metabolism. 2017; 15(3): 143-57 (in Persian).
3. Nishida Y, Yamada Y, Sasaki S, Kanda E, Kanno Y, Anzai T, et al. Effect of overweight/obesity and metabolic syndrome on frailty in middle-aged and older Japanese adults. Obesity Science & Practice. 2023; 10(1):e714.
4. Dalvand S, Niksima SH, Meshkani R, Ghanei Gheshlagh R, Sadegh-Nejadi S, Kooti W, et al. Prevalence of Metabolic Syndrome among Iranian Population: A Systematic Review and Meta-analysis. Iranian Journal of Public Health. 2017; 46(4):456-67.
5. Uzunlulu M, Telci Caklili O, Oguz A. Association between Metabolic Syndrome and Cancer. Annals of Nutrition and Metabolism. 2016; 68(3):173-9.
6. Alberti KG, Zimmet P, Shaw J. IDF Epidemiology Task Force Consensus Group. The metabolic syndrome a new worldwide definition. Lancet 2005; 366(9491):1059-62.
7. Liu Z. Efficacy of metformin combined with liraglutide on the glucose and lipid metabolism, vascular endothelial function, and oxidative stress of patients with T2DM and metabolic syndrome. Pakistan Journal of Medical Sciences. 2024; 40(1Part-I):26-30.
8. Ghazizadeh H, Rezaei M, Avan A, Fazilati M, Pasdar A, Tavallaie S, et al. Association between serum cell adhesion molecules with hs-CRP, uric acid and VEGF genetic polymorphisms in subjects with metabolic syndrome. Molecular Biology Reports. 2020; 47(2):867-75.
9. Van Hinsbergh VW, Koolwijk P. Endothelial sprouting and angiogenesis: matrix metalloproteinases in the lead. Cardiovascular Research. 2008; 78(2):203-12.
10. Collins T, Gray K, Bista M, Skinner M, Hardy C, Wang H, et al. Quantifying the relationship between inhibitions of VEGF receptor 2, drug induced blood pressure elevation and hypertension. British Journal of Pharmacology; 2018.175(4):618-30.
11. Scharnagl H, Kleber ME, Genser B, Kickmaier S, Renner W, Weihrauch G, et al. Association of myeloperoxidase with total and cardiovascular mortality in individuals undergoing coronary angiography--the LURIC study. International Journal of Cardiology. 2014; 174(1):96-105.
12. Tolouei azar J, Ravasi AA, Soori R, Akbarnejad A. The Comparison of the Effect of 8 Weeks of Aerobic and Resistance Training on Angiogenic (VEGF) and Angiostatic (ES) Factors in Sedentary Women. Journal of Sport Biosciences. 2019; 11(1): 1-16.
13. Shekarchizadeh P, Khazaei M, Gharakhanlou R, Karimian J, Safarzadeh ar. The Effects of Resistance Training on Plasma Angiogenic Factors in Normal Rats. Journal of Esfahan Medical School. 2012; 30(176): 65-73. (in Persian)
14. Jalili M, Aref-Hosseini S R, Kolahi S, Ebrahimi-Mamegani M A, Sabour S. The effect of combined antioxidant supplement on serum lipids levels in female Patients with rheumatoid arthritis. Yafte. 2013; 14 (5):93-104. (in Persian)
15. Shidfar F, Rezai KH, Hosseini SH, Haydari I. The effects of vitamin E on insulin resistance and cardiovascular diseases risk factors in metabolic syndrome. Shahid Beheshti University And Health Services Endocrine And Metabolism Research Center Journal 2008; 10(5): 445-54. (in Persian)
16. Safari M, Ani M, Naderi G, Asgari S. The effect of volatile essences and vitamin C on LDL tendency to its receptor for prevention of

[Downloaded from journal.jmu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.25382810.1402.10.4.6.5]

atherosclerosis. Hamadan University of Medical Sciences Journal 2001; 4: 32-6.
17. Aghasi M, Shidfar F, Vafa M, Haydari I, Haggani H. The effect of concurrent zincvitamin A supplement on serum lipoproteins, apo-protein A-1 and B and glycemic indices in type 1 diabetes mellitus patients. Iran Nutrition And Food Industry Journal 2008; 3(2): 63-71. (in Persian)
18. Cerhan JR, Saag KG, Merlino LA, Mikuls TR. Anti-oxidant micronutrients and risk of rheumatoid arthritis in a cohort of older women. American Journal of Epidemiology. 2003; 157(4): 345-54.
19. Naseri Rad R, Eizadi M. Regular exercise training as a principal non-pharmacological method affects serum leptin and cardiovascular risk factors in men with metabolic syndrome. Archives of Medical Laboratory Sciences. 2020; 6(2020): 1-8
20. 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): 111-8. (in Persian)
21. 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. (in Persian)
22. 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. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2004; 36(12):2065-72.
23. Majerczak J, Rychlik B, Grzelak A, Grzmil P, Karasinski J, Pierzchalski P, et al. 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. Journal of Physiology and Pharmacology. 2010; 61(6):743-51.
24. 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.
25. Shirali S, Barari AR, Hosseini SA. The effects of endurance training and administration of silymarin supplementation on oxidative enzyme of SOD and heat shock proteins 70 in plasma of unathletes men students. Jundishapur Scientific Medical Journal. 2016; 14(6):703-12.
26. Mehri Alvar Y, Sayevand Z, Erfani Adab F, Heydari Moghadam R, Samavat Sharif MA, Karami S. The effects of five weeks' resistance training on some vascular growth factors in sedentary men. Sport Physiology. 2016; 8 (29): 15-30. (in Persian)
27. Farzanegi P, Habibian M, Delavari H. The effect of aerobic exercise on the levels of vascular endothelial growth factor and glucose in hypertensive postmenopausal women: A randomized clinical trial. Qom University of Medical Sciences Journal. 2014; 8(4):6-12. (in Persian)
28. Jahangiri R, Farzanegi P, Habibian M. The effect of aerobic training and arbotin on cardiac Nitric Oxide, tumor necrosis factor alpha, and vascular endothelial growth factor in male diabetic rats. Qom University of Medical Sciences Journal. 2017:11(5):53-62. (in Persian)
29. Vincent HK, Bourguignon CM, Vincent KR, Weltman AL, Bryant M, Taylor AG. Antioxidant supplementation lowers exercise-induced oxidative stress in young overweight adults. Obesity. 2006; 14(12):2224-35.
30. Härtel C, Strunk T, Bucsky P, Schultz C. Effects of vitamin C on intracytoplasmic cytokine production in human whole blood monocytes and lymphocytes. Cytokine. 2004; 27(4-5):101-6.
31. Speakman JR, Selmanc P, Moreiet K, Lebroy S, Karel D, sukeir L. The free radical damage theory: Accumulating evidence against a simple link of oxidative stress to ageing and lifespan. Bioessays. 2011; 33(4): 255-9.
32. Gomez-Cabrera MC, Ferrando B, Brioche T, Sanchis-Gomar F, Vina J. Exercise and antioxidant supplements in the elderly. Journal of Sport and Health Science. 2013; 4(12): 94-100.
33. Chekachak S, Molanouri Shamsi M, Soudi S. Assessment of aerobic training with selenium nanoparticles supplementation effects on cytokines levels of liver tissue in 4T1 breast cancer mice. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism. 2017; 19 (2):116-25.
34. Migdal C, Serres M. Espèces réactives de l'oxygène et stress oxydant [Reactive oxygen species and oxidative stress. Medical Sciences (Paris). 2011; 27(4):405-12.
35. Bauer V, Sotníková R. Nitric oxide--the endothelium-derived relaxing factor and its role in endothelial functions. General Physiology and biophysics. 2010; 29(4):319-40.
36. Bell JG, Adron JW, Cowey CB. Effect of selenium deficiency on hydroperoxide stimulated release of glutathione from isolated perfused liver of rainbow trout (Salmo gairdneri), British Journal of Nutrition. 1986; 5(5):421-8.
37. Prasad AS, Bao B, Beck FW, Kucuk O, Sarkar FH. Antioxidant effect of zinc in humans. Free Radical Biol. 2004; 37(8):1182-90.

[Downloaded from journal.jmu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.25382810.1402.10.4.6.5]

The Effect of Aerobic Exercises Combined with Selen Plus Supplementation on Vascular Endothelial Growth Factor and Total Antioxidant Capacity in Women with Metabolic Syndrome

Received: 10 Nov 2023 Accepted: 02 Feb 2024

Shams Valeh[1], Banaeifar Abdol Ali[2]*, Arshadi Sajad[3], Shahedi Valiollah[4]

1. PHD Candidate, Department of Physical Education and Sports Sciences, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran 2. Associated Professor, Department of Physical Education and Sports Sciences, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran 3. Assistant Professor, Department of Physical Education and Sports Sciences, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran 4.Assistant Professor, Department of Physical Education and Sports Sciences, Parand Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Abstract

Introduction: Obesity and related diseases are associated with oxidative stress and vascular endothelial disorder. The present study was conducted with the aim of determining the effect of aerobic training combined with selen plus consumption on total antioxidant capacity (TAC) and vascular endothelial growth factor (VEGF) in obese women with metabolic syndrome.

Materials and Methods: For this purpose, 48 inactive obese women with metabolic syndrome aged between 30-45 years were randomly divided into four groups: control (without intervention); Selen plus (1000 grams/daily), exercise (aerobic training) and combined group (aerobic training + selen plus) . The intervention lasted 8 weeks. Fasting levels of TAC and VEGF and anthropometric indices were measured before and 48 hours after the last training session in each group. ANCOVA statistical test was used to compare the data, and paired t test was used to determine intra-group changes ($p<0.05$).

Results: Compared to the control group, the serum level of VEGF in the exercise group ($p<0.001$) and TAC in the selen plus group ($p<0.01$) increased significantly. On the other hand, the levels of both TAC and VEGF increased significantly in the combined group compared to other groups ($p<0.001$).

Conclusion: The findings of the present study indicated more antioxidant and cardiovascular effects of Selen Plus consumption during aerobic training compared to each of them alone. Further studies are required to understand the mechanisms responsible for the effect of Selen Plus during exercise on cardiovascular function

Keywords: Antioxidant activity, Vascular Endothelial Growth Factor, Exercise training, Metabolic syndrome

***Corresponding Author:** Associated Professor, Department of Physical Education and Sports Sciences, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Email: banaeia2006@yahoo.com **Tel:** +989122251779 **Fax:** +9844823276

[Downloaded from journal.jmu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.25382810.1402.10.4.6.5]