

تمرین تناوبی شدید - کاهش زنجبیل - برخی شاخص‌های شاخص اکسایشی آمادگی قلبی - تنفسی - توده بدنی و دارای اضافه وزن

محمد اسماعیل افضل پور^{۱*} (Ph.D)، سمیه خیابانی^۱ (M.Sc Student)، حسین ابطی ایوری^۲ (Ph.D)، شیلا نایی فر^۳ (Ph.D)

۱- گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

۲- گروه بیوشیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران

۳- گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

چکیده

هدف: اثبات آن سعی با تغییر کم، زندگی، کاهش را بالا ببرد. در این مطالعه، اثر ۱۰ هفته مصرف زنجبیل - تمرین تناوبی شدید برخی شاخص‌های اکسایشی، آمادگی قلبی - تنفسی، توده بدنی و دارای اضافه وزن ارزیابی شد.

روش کار: ۳۰ نفر دارای اضافه وزن ($BMI > 25$) در تصادفی ۳۰ هفته تمرین تناوبی شدید - زنجبیل (HIIT-GI) و روش: تمرین تناوبی شدید - زنجبیل (HIIT-PL) و HIIT-GI، تقسیم شدند. گروه‌های HIIT-GI و HIIT-PL به مدت ۳۰ هفته و به جز گروه HIIT-PL، گروه دیگر تمرین ۳ جلسه به اجرای تمرین تناوبی تا شدت ۹۰٪ توان قلب پرداختند. ظرفیت اکسایشی، فعالیت آنزیم کاتالاز و ظرفیت پلی‌فول تامپونم با روش رنگ سنجی ارزیابی شدند.

افته‌ها: گروه‌های HIIT-PL، HIIT-GI و HIIT-PL - تمرین تناوبی شدید - زنجبیل، در ترتیب ۱۳.۲۲ و ۱۳.۳۶ درصد و ظرفیت پلی‌فول تامپونم ترتیب ۱۴.۱۸ و ۱۸.۰۱؛ با افزایش غیر معنی‌دار ($p < 0.05$) بود و فعالیت آنزیم کاتالاز نیز تغییر معنی‌داری نداشت ($p < 0.05$). شاخص توده بدنی، گروه HIIT-GI و HIIT-PL - تمرین تناوبی شدید - زنجبیل، در ترتیب ۱۳.۲۲ و ۱۳.۳۶ درصد و ظرفیت پلی‌فول تامپونم ترتیب ۱۴.۱۸ و ۱۸.۰۱؛ با افزایش غیر معنی‌دار ($p < 0.05$) بود و فعالیت آنزیم کاتالاز نیز تغییر معنی‌داری نداشت ($p < 0.05$). HIIT-GI، بهبودی معنی‌داری ($p < 0.05$) دیده شد.

نتیجه‌گیری: تمرین تناوبی شدید - کاهش زنجبیل، منتهی شده، در بهبودی آمادگی قلبی - تنفسی و ترکیب بدنی و دارای اضافه وزن موثر واقع شد، اما برای تحریک سیستم اکسایشی و کافی نبود.

کلیدی: تمرین تناوبی شدید، کاهش زنجبیل، سیستم اکسایشی، اضافه وزن، زنان

مقدمه

فعالیت ورزشی تولید گونه‌های اکسیژن واکنشی (Reactive Oxygen Species, ROS) در بدن را افزایش می‌دهد؛ ترکیباتی که به ساختار سلول‌ها صدمه زده و عامل گسترش بیماری‌ها هستند. سیستم ضد اکسایشی بدن شامل عوامل آنزیمی و غیر آنزیمی [۱]، با ROS مقابله می‌کنند.

آنزیم کاتالاز (Catalase, CAT) در اکثر بافت‌ها قرار دارد و فعالیت آن به میزان تولید پراکسید هیدروژن (H_2O_2)، نوع بافت و تار عضله بستگی دارد؛ به طوری که در کبد و عضله اسکلتی به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین فعالیت را دارد و در تارهای نوع I، بیش‌تر از نوع II است [۱]. فیشر و همکاران (۲۰۱۱) و بگدانیس و همکاران (۲۰۱۳) دریافتند که فعالیت

صورت همراه کردن فعالیت بدنی با مکمل‌هایی مانند زنجبیل و نقش هم‌افزایی احتمالی آن‌ها، شاید این افراد زودتر یا بهتر به نتیجه برسند. اثر ترکیبی این دو عامل هم بر سیستم ضد اکسایشی، ترکیب بدنی و آمادگی قلبی-تنفسی افراد اضافه وزن به خوبی مشخص نیست و مطالعه حاضر در صدد بررسی اثرات HIIT و مکمل زنجبیل به تنهایی و در ترکیب با هم، بر TAC، TPC و فعالیت CAT سرم زنان دارای اضافه وزن است.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر از نوع تجربی و به روش یک سوی کور، در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی بیرجند با کد Ir.Bums.1395.28 تایید و در مرکز کارآزمایی بالینی ایران با کد JRCT 2016051027836N1 ثبت شده است. پس از اطلاع‌رسانی در سطح دانشگاه بیرجند، با استفاده از جدول مورگان، ۳۰ زن دارای اضافه‌وزن با شاخص توده بدنی (BMI) بین ۲۵ تا ۳۰ کیلوگرم/مترمربع و در محدوده سنی ۲۰ تا ۳۰ سال، به طور داوطلبانه انتخاب شدند و پس از کسب اطلاعات لازم در مورد مطالعه و کسب رضایت‌نامه؛ افراد بر اساس BMI همسان شدند و سپس به‌طور تصادفی با قرعه‌کشی، افراد با شماره‌ای که به هر یک اختصاص داده شده بود، به ۳ گروه ۱۰ نفری زنجبیل و تمرین تناوبی شدید (HIIT-GI)، دارونما و تمرین تناوبی شدید (HIIT-PL) و مکمل زنجبیل (GI)؛ قرار گرفتند. ملاک انتخاب افراد: عدم شرکت در فعالیت بدنی منظم در ۶ ماه قبل از مطالعه، نداشتن هر گونه بیماری مزمن، عدم استعمال دخانیات، نداشتن بیماری قلبی-عروقی، متابولیکی یا تنفسی، عدم مصرف هر گونه مکمل گیاهی یا شیمیایی یا داروی ضد اکسایشی در ۶ ماهه قبل از مطالعه بود. در طول مطالعه، ۲ نفر از هر سه گروه، به علت عدم تمایل به همکاری از مطالعه خارج شدند. در اولین جلسه، شرکت‌کنندگان با آزمایشگاه آشنا شدند و از روند مطالعه و تمرینات و نحوه مصرف مکمل؛ آگاه گردیدند. سپس

این آنزیم بعد از تمرین تناوبی شدید (High Intensity Interval Training, HIIT) افزایش می‌یابد [۲،۳]؛ اما با مطالعه لارسن و همکاران (۲۰۱۶) و پس از اجرای HIIT، عدم تغییر CAT در عضله پهن جانبی گزارش شده است [۴]. ورزش منظم، موجب افزایش ظرفیت ضد اکسایشی تام (Total Antioxidant Capacity, TAC) می‌شود [۱] و لدلی و همکاران (۲۰۱۵) مشاهده کردند که برنامه تمرینی با شدت‌های ۹۰، ۸۰ و ۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) در مردان بی‌تمرین و سالم، موجب افزایش TAC می‌شود [۵]. با این حال، تمرینات هوازی بیش‌تر از ۸ هفته در افراد تمرین نکرده بر TAC اثرگذار نیست، ولی ارتباط مثبتی بین TAC و VO_{2max} وجود دارد [۶]. موثر بودن [۳] و یا عدم تاثیر [۷] مداخله تمرینی روی شاخص فوق نیز گزارش شده است.

در کنار فعالیت منظم بدنی، توجه محققین به استفاده از گیاه‌درمانی به عنوان روشی با هزینه کم و حداقل عوارض جانبی، جلب شده است. زنجبیل نیز در طب گیاهی برای درمان درد و مشکلات قلبی-عروقی استفاده می‌شود [۸]، و حاوی پلی‌فنول (Polyphenol) است که از طریق افزایش ظرفیت جذب ROS [۹]، کاهش شاخص‌های التهابی و تنظیم سایتوکاین‌های پیش‌التهابی [۱۰]، بدن را از فشار اکسایشی محافظت می‌کند [۱۱]. اجزای اصلی زنجبیل؛ ۶-جینجرول (Gingerol) و مشتقات آن می‌باشد که موجب افزایش ظرفیت ضد اکسایشی [۱۲] و تاثیر بر سیستم عصبی مرکزی، کلیه و کبد می‌شود [۱۳]. عصاره ریزوم زنجبیل از طریق افزایش جریان خون به بافت‌ها، افزایش اکسیژن‌رسانی و تغذیه بافت‌ها را تسهیل می‌کند [۱۴] و از وزن بدن می‌کاهد [۱۵]. با این حال در مورد اثر بالقوه آن بر ترکیب بدن و آمادگی جسمانی؛ مطالعه کافی صورت نگرفته است.

تاکنون نقش HIIT و زنجبیل بر بهبود شاخص‌های سلامت بررسی و ضمن تایید نقش تنظیم‌کنندگی آن‌ها، عدم تاثیر آن‌ها نیز بیان شده است. بسیاری از افراد دارای اضافه وزن، قادر به پیگیری مداوم و مرتب فعالیت‌های بدنی شدید نیستند. در

فاصله منظم (صبحانه، نهار و شام) قبل از هر وعده غذایی، همراه با ۲۵۰ میلی لیتر آب؛ به مدت ۱۰ هفته مصرف کردند. گروه دارونما نیز قرص های حاوی ۱ گرم نشاسته (دارونما) را با همان شیوه و مدت زمان گروه های مکمل، دریافت نمودند. قرص های حاوی زنجبیل و دارونما کاملاً مشابه (از نظر رنگ، اندازه، شکل و عطر) بودند. تعداد بسته های مصرف شده توسط افراد در پایان هفته کنترل شد.

پروتکل HIIT در این مطالعه از آزمون ۴۰ متر سرعت رفت و برگشت استفاده شد (شکل ۱). در این فعالیت، آزمودنی یک مسیر تعیین شده ۲۰ متری را با حداکثر شدت به صورت رفت و برگشتی به مدت ۳۰ ثانیه طی می نمود [۱۷]. پروتکل تمرینی به مدت ۱۰ هفته و هر هفته ۳ جلسه طبق جدول ۱ اجرا شد. شدت تمرین برای هر فرد با روش ۲۲۰-سن و محاسبه حداکثر ضربان قلب کنترل شد. در تمام مراحل اجرای HIIT شدت تمرین بالای ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه بود. بدین منظور از ضربان سنج پولار (Polar pulse meter) که به تمامی شرکت کنندگان در حین فعالیت متصل بود، استفاده گردید.

جمع آوری نمونه های خونی - نمونه آنالیز آن ها: نمونه های خونی بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی در حالت استراحت در محل آزمایشگاه دانشگاه بیرجند گرفته شد. از شرکت کنندگان خواسته شد ۲ روز پیش از آزمون ها، از انجام هر گونه فعالیت بدنی بپرهیزند. قبل و بعد از دوره ۱۰ هفته تمرین در حالت ناشتا (۱۲ ساعت)، از ورید بازویی به مقدار ۵ میلی لیتر خون جمع آوری شد و به مدت ۵ دقیقه با ۳۰۰۰ دور سانتریفیوژ گردید. همه نمونه ها در فاز فولیکولار به منظور کنترل اثر فعالیت هورمون استروژن بر عوامل فشار اکسایشی و اکسایش ها، از ابتدا تا میان این فاز از سیکل قاعدگی هر فرد، گرفته شد [۱۸]. نمونه های سرم به دست آمده در دمای ۸۰- درجه سانتی گراد نگهداری شدند. در نهایت، اندازه گیری شاخص های TAC، CAT و TPC با کیت های کمپانی زلبایو (Zell Bio) آلمان و روش رنگ سنجی (Colorimetric) انجام شد.

اندازه گیری های دموگرافیک و فیزیولوژیک به ترتیب در محل آزمایشگاه دانشگاه بیرجند انجام شد.

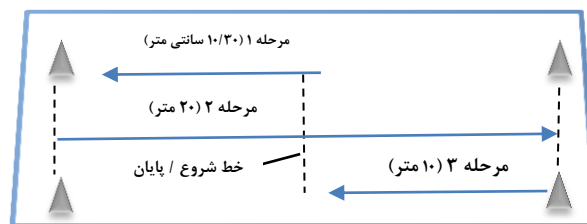
اقدامات اولیه: مداخله: یک هفته قبل از شروع تمرینات، مشخصات ترکیب بدنی بررسی شد. برای این منظور، در حالت ایستاده، بدون کفش و تنها با لباس نازک؛ قد (به وسیله متر نواری با دقت ۰/۵ سانتی متر) و وزن (به وسیله ترازوی دیجیتال مدل TCM ساخت کشور چین، با دقت ۰/۱ کیلوگرم) شرکت کنندگان اندازه گیری شد. BMI از طریق تقسیم وزن (کیلوگرم) بر مجذور قد (متر) محاسبه گردید.

برای اندازه گیری VO_{2max} از آزمون بیشینه بروس (Bruce) اصلاح شده بر روی نوارگردان (مدل h-p- Cosmos T 150 Cos10199) استفاده گردید. آزمون بروس در آزمایشگاه فیزیولوژی ورزش در دمای (۲۱-۲۳) درجه سانتی گراد) حداقل یک ساعت پس از صرف غذا انجام شد. ابتدا نحوه دویدن روی نوار گردان تشریح گردید. برای گرم کردن و آشنا شدن با نوار گردان هر آزمودنی با ۵۰ درصد حداکثر ضربان قلب به مدت ۵ دقیقه به فعالیت پرداختند. این آزمون حداکثر دارای ۷ مرحله (مدت هر مرحله ۳ دقیقه) می باشد افزایش شدت فعالیت از یک مرحله به مرحله بعدی با افزایش سرعت و شیب همراه است. نخستین مرحله با سرعت ۱/۷ مایل در ساعت و شیب ۱۰ درصد آغاز، سپس سرعت و شیب دستگاه با یک نسبت ثابت در هر مرحله افزایش می یابد. در اجرای این آزمون، آزمودنی ها تا حد واماندگی به فعالیت خود ادامه دادند؛ سپس فعالیت، متوقف و در نهایت با توجه به زمان فعالیت انجام شده و استفاده از فرمول زیر VO_{2max} آزمودنی مشخص گردید [۱۶].

$$VO_{2max} \text{ زنان} = ۳/۹ - \text{زمان کل به دقیقه و کسری از ثانیه} \times ۴/۳۸$$

مکمل زنجبیل - دارونما: شرکت کنندگان در گروه های HIIT-GI و GI، مکمل زنجبیل را به شکل خوراکی شامل ۳ قرص ۱ گرمی از پودر ریشه زنجبیل (هر قرص زنجبیل حاوی ۱ گرم پودر ریشه زنجبیل با نام تجاری زینتوما (Zintoma)، شرکت گل دارو، تهران) را ۳ نوبت در روز در

آماري داده‌ها و به منظور بررسی توزیع طبیعی داده‌ها، آزمون شاپیرو-ویلک (Shapiro-Wilk) به اجرا درآمد؛ ضمن آن که همگنی واریانس‌ها با آزمون لون (Levene) مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور بررسی فرضیه‌های آماری؛ آزمون‌های تحلیل کوواریانس (ANCOVA)، آزمون t زوجی، تحلیل واریانس یک سویه (ANOVA) و آزمون تعقیبی LSD (Least Significant Difference) مورد بهره‌برداری قرار گرفتند. کلیه عملیات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS-23 انجام گرفت و سطح معنی‌داری، $p < 0.05$ در نظر گرفته شد.



شکل ۱. پروتکل تمرین طی ۱۰ هفته (۴۰ متر دوی رفت و برگشت)

روش‌های آماری: برای توصیف داده‌ها، از آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار) استفاده شد. قبل از تجزیه و تحلیل

جدول ۱. پروتکل دوی ۴۰ متر رفت و برگشت

مدت هفته‌ها	فعالیت (ثانیه)	استراحت فعال(ثانیه)	تکرار	پروتکل فعالیت اصلی، گرم کردن، سرد کردن / دقیقه (دقیقه)
اول و دوم	۳۰	۳۰	۴	۲۴
سوم و چهارم	۳۰	۳۰	۵	۲۵
پنجم و ششم	۳۰	۳۰	۶	۲۶
هفتم و هشتم	۳۰	۳۰	۷	۲۷
نهم و دهم	۳۰	۳۰	۸	۲۸

مخدوش‌گر، از روش کوواریانس (با کنترل پیش‌آزمون به عنوان متغیر اثرگذار) استفاده شد (جدول ۳). با اجرای آزمون لون و معنی‌دار نشدن تفاوت بین سه گروه HIIT-GI، HIIT-PL و GI در مرحله پیش‌آزمون، مفروضه همگنی واریانس‌ها تایید شد ($p > 0.05$). هم‌چنین نمودارهای مربوط به مفروضه خطی بودن رگرسیون در ۳ گروه ذکر شده مورد بررسی قرار گرفت که با توجه به عدم وجود تعامل بین خطوط رگرسیون در گروه‌ها، در نتیجه مفروضه همگنی شیب‌های رگرسیون نیز برقرار بود.

بر اساس نتایج آزمون تحلیل کوواریانس (جدول ۳) شاخص VO_{2max} در سه گروه HIIT-GI، HIIT-PL و GI تفاوت معنی‌داری با یک‌دیگر دارد ($p < 0.05$). با بررسی تفاوت‌های زوجی به کمک آزمون تعقیبی LSD (جدول ۴) مشخص شد که این شاخص در گروه HIIT-GI نسبت به ۲ گروه HIIT-PL و GI به طور معنی‌دار بالاتر است ($p < 0.05$).

نتایج

مشخصات دموگرافیک شرکت‌کنندگان در جدول ۲ آمده است. با مقایسه این مشخصات به کمک آزمون ANOVA، اختلاف معنی‌داری در VO_{2max} و BMI سه گروه HIIT-GI، HIIT-PL و GI در حالت پایه (قبل از مداخله)؛ مشاهده نشد ($p > 0.05$). هم‌چنین با اجرای آزمون t زوجی، بهبودی معنی‌داری در این دو شاخص در گروه‌های HIIT-PL ($p < 0.04$) و HIIT-GI ($p < 0.002$) نسبت به پیش از آزمون به‌دست آمد.

طبق نتایج آزمون ANOVA قبل از مداخله و در حالت پایه، غلظت‌های سرمی TPC بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری نداشت، اما شاخص‌های TAC و CAT در گروه HIIT-GI نسبت به گروه‌های GI ($p < 0.001$) و HIIT-PL ($p < 0.05$) بالاتر بودند (جدول ۲). به همین دلیل و با هدف کنترل عوامل

از طرف دیگر، مقادیر شاخص‌های سرمی TAC ($p=0/98$)، معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۳).
 TPC ($p=0/10$) و CAT ($p=0/90$) سه گروه تفاوت

جدول ۲. ویژگی‌های آن‌تروپومتربیک و فیزیولوژیک شرکت‌کنندگان (میانگین \pm انحراف استاندارد) و مقایسه آن‌ها در حالت پایه و نتایج آزمون t زوجی

گروه HIIT-GI		گروه HIIT-PL		گروه GI		گروه‌ها			
پ	بعد از تمرین	قبل از تمرین	پ	بعد از تمرین	قبل از تمرین	پ	بعد از تمرین		
†0/04	28/15±2/42	28/68±2/60	†0/01	27±2/29	27/59±2/58	0/09	26/52±2/32	26/89±2/20	BMI (کیلوگرم/متر مربع)
(p=0/26, F=1/06)								مقایسه در حالت پایه	
‡0/002	46/62±3/08	34/38±4/89	‡0/001	45/76±6/60	35/13±5/56	0/07	40/38±5/17	36/45±5/96	VO _{2max} (میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه)
(p=0/74, F=0/29)								مقایسه در حالت پایه	
0/22	8/26±2/49	7/28±1/10	0/25	7/16±2/94	**5/93±0/98	0/07	6/92±1/96	*5/22±0/86	TAC (واحد/میلی لیتر)
(p=0/002, F=8/81)								مقایسه در حالت پایه	
‡0/003	5/24±2/32	##13/63±4/26	†0/04	6/05±2/13	**9/37±3/17	0/35	5/88±2/99	*4/74±1/13	CAT (واحد/میلی لیتر)
(p=0/00, F=15/9)								مقایسه در حالت پایه	
0/31	224/72±23/28	202/98±25/49	0/17	279/28±70/24	239/64±25/14	0/48	259/28±52/68	235/61±54/51	TPC (گرم/میلی لیتر)
(p=0/19, F=1/77)								مقایسه در حالت پایه	

HIIT-GI: High-intensity interval training+ Ginger; HIIT-PL: High-intensity interval training+ placebo; GI: Ginger

اختلاف معنی دار نسبت به گروه HIIT-GI؛ #، ## نشانه اختلاف معنی دار نسبت به گروه HIIT-PL؛ ‡، † نشانه اختلاف معنی دار نسبت به پیش از آزمون، به ترتیب در سطح معنی داری $p < 0/01$ و $p < 0/05$.

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس در مورد اثر مداخله بر شاخص‌های سرمی و VO_{2max} شرکت‌کنندگان

متغیرها	منبع تغییرات	مجموع مجذورات	میانگین مجذورات	درجه آزادی	مقدار F	مقدار p
TAC (واحد/میلی لیتر)	پیش آزمون	10/37	10/37	1	1/71	0/20
	گروه	0/24	0/12	2	0/02	0/98
	خطا	120/68	6/03	20	-	-
TPC (گرم/میلی لیتر)	پیش آزمون	2736/32	2736/32	1	0/92	0/34
	گروه	1490/7/31	7453/65	2	2/52	0/10
	خطا	59083/49	2954/17	20	-	-
CAT (واحد/میلی لیتر)	پیش آزمون	0/86	0/86	1	0/13	0/72
	گروه	1/34	0/67	2	0/10	0/90
	خطا	132/13	6/60	20	-	-
VO _{2max} (میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه)	پیش آزمون	45/67	45/67	1	1/96	0/17
	گروه	208/67	104/33	2	4/48	0/02
	خطا	465/80	23/29	20	-	-

TAC: total antioxidant capacity; TPC: total polyphenol capacity; CAT: catalase

کرده و احتمالاً اکسیژن مصرفی بدن بالاتر می‌رود [۲۴]؛ همان بهبودی که به صورت افزایش VO_{2max} در گروه HIIT-GI دیده شد. در مورد ترکیب بدنی، در گروه‌های HIIT-PL و HIIT-GI، BMI به طور معنی‌دار کاهش یافت که خود دال بر بهبود ترکیب بدنی می‌باشد. به طور مشابه، فتحی بیاتیانی و همکاران (۱۳۹۱)، و شکرری مشهدی و همکاران (۲۰۱۲)، کاهش آن را پس از تمرین ورزشی و مصرف زنجبیل [۲۶، ۲۵] و ثاقب‌جو و دیگران (۱۳۹۰) پس از تمرین هوازی و مقاومتی گزارش کرده‌اند [۲۷]. قبلاً این نیز گزارش شده که مصرف زنجبیل باعث کاهش اشتها و کنترل وزن در افراد دارای اضافه وزن می‌شود [۲۸، ۲۶]. با این اوصاف، کاهش BMI پس از تمرین HIIT و زنجبیل در مطالعه حاضر نشان از نقش همسو و هم‌افزای این دو عامل در کنترل وزن و بهبود ترکیب بدنی دارد.

یکی دیگر از اهداف تحقیق حاضر بررسی تاثیر ۱۰ هفته HIIT به همراه مصرف زنجبیل بر شاخص‌های ضد اکسایشی TPC، CAT و TAC سرم افراد دارای اضافه وزن بود و مشخص گردید که هیچ یک اثر معنی‌داری ندارند. آتشک و همکاران (۲۰۱۴) اثر تمرین مقاومتی (با شدت ۴۰ تا ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه) و مکمل زنجبیل (با دوز ۱ گرم در روز) را بر شاخص TAC مردان چاق در طول ۱۰ هفته بررسی کرده و نتیجه مشابهی را گزارش کرده‌اند [۲۹]. وصالی اکبرپور و همکاران (۲۰۱۶) با بررسی تاثیر مکمل ویتامین C و تمرین استقامتی شنا (۱۰ هفته، ۵ جلسه/ هفته) در موش‌های نژاد ویستار دریافتند که این گونه مداخله‌ها بر شاخص‌های TAC و CAT اثرگذار نیستند [۳۰]. در مورد نقش زنجبیل بر وضعیت ضد اکسایشی، ابراهیم‌زاده عطاری و همکاران (۲۰۱۵) با مکمل‌دهی زنجبیل (روزی دو قرص ۱ گرمی، ۱۲ هفته)، تغییر معنی‌داری در TAC سرم زنان چاق مشاهده نکردند [۳۱]. با این حال، مطالعات دیگر افزایش [۳۲] و کاهش [۳۳] شاخص TAC را در افراد چاق و موش‌های ویستار تحت مداخله زنجبیل، گزارش کرده‌اند که درصد تغییرات آن از مطالعه حاضر بیش‌تر بوده است. معمولاً

جدول ۴. نتایج آزمون تعقیبی LSD در خصوص مقایسه زوجی گروه‌ها

مربوط به شاخص VO_{2max}		
مقدار p	MD	گروه‌ها
۰/۰۱	† ۶/۸۰	GI vs HIIT-GI
۰/۰۲	† ۵/۷۳	HIIT-GI vs HIIT-PL
۰/۶۶	۱/۰۷	GI vs HIIT-PL

MD: اختلاف میانگین‌ها است. † نشانه تفاوت معنی‌دار گروه‌ها در سطح $p < ۰/۰۵$

HIIT-GI: High- intensity interval training+ Ginger; GI: Ginger; HIIT-PL: High- intensity interval training+ placebo

بحث و نتیجه‌گیری

یکی از اهداف اصلی تحقیق حاضر مطالعه تاثیر HIIT و مصرف زنجبیل بر استقامت قلبی - تنفسی و ترکیب بدنی زنان دارای اضافه وزن بود و نتایج نشان داد که این دو مداخله موجب بهبود دو شاخص VO_{2max} و BMI شدند. به طور مشابه، حقیقی و همکاران (۲۰۱۵) و ریچاردز و همکاران (۲۰۱۰) بهبود VO_{2max} بر اثر اجرای هم‌زمان تمرین ورزشی و مصرف چای سبز را گزارش کرده‌اند [۲۰، ۱۹]. افزایش VO_{2max} پس از تمرین ورزشی و مکمل ضد اکسایشی ممکن است به بهبود کارایی سوخت و ساز عضلات فعال و بهبود حساسیت کنترل تنفسی ناشی از افزایش شبکه مویرگی و چگالی میتوکندریایی مربوط باشد [۲۱]. دوره‌های استراحتی نسبتاً کوتاه بین تمرین تناوبی، نیاز به تامین انرژی از طریق دستگاه هوازی را افزایش داده و افزایش تحویل اکسیژن به عنوان عامل اصلی پیشرفت در ظرفیت هوازی را موجب شده است [۲۲]. هم‌چنین سرعت فسفوریلاسیون هوازی به دنبال تمرین [۲۳] که در نتیجه افزایش تعداد و فعالیت آنزیم‌های اکسایشی عضله حاصل می‌شود [۲۳]، به عنوان یکی از سازوکارهای احتمالی افزایش VO_{2max} پس از این نوع تمرین مطرح است. علاوه بر این، زنجبیل موجب افزایش اکسیژن‌رسانی بیش‌تر به مغز، کاهش خستگی [۱۴]، مانع لخته شدن خون و گرفتگی رگ‌های خونی می‌شود [۲۴] و به همین دلیل، جریان خون و اکسیژن‌رسانی به عضلات اسکلتی را بهتر

این‌ها، در تحقیق حاضر تاثیر معنی‌دار زنجبیل بر CAT مشاهده نگردید. تحقیقات آزمایشگاهی حیوانی که به بررسی اثر مصرف روزانه زنجبیل در بافت‌های مختلف پرداخته‌اند، عدم تغییر [۳۹،۳۸] و افزایش [۴۱،۴۰] فعالیت CAT را گزارش نموده‌اند؛ تاثیری که می‌تواند به بیمار بودن آزمودنی‌ها، دوز مصرفی زنجبیل، طول دوره مصرف، نوع آزمودنی‌ها (موش یا انسان)، نوع بافت (CAT در سرم، پانکراس به مقدار خیلی کم و در پراکسی زوم، میتوکندری کبد، بیش‌ترین فعالیت) و سالم یا بیمار بودن آزمودنی‌ها؛ مربوط و دلیل حصول نتایج ناهمسو در مطالعات باشد. در تحقیق حاضر دوز مصرفی ۳ گرم طی ۱۰ هفته بود که از طول دوره مصرف دیگر تحقیقات [۴۰] کم‌تر می‌باشد؛ ضمن آن که آزمودنی‌ها نیز سالم و از نوع انسانی بودند. این مقایسه‌ها می‌تواند به دلیل دریافت زنجبیل با دوز بالاتر و دوره مصرف طولانی‌تر، به نتایج متفاوتی بی‌انجامد. از طرف دیگر، در تحقیق حاضر عدم تغییر TPC در هر سه گروه شرکت‌کننده مشاهده شد. مطالعاتی دیگر نیز تغییرات معنی‌داری در (TP (Total phenolics) و TPC پلاسما افراد سالم بعد از ۴ هفته مصرف انگور (۲۵۰ گرم) [۴۲] و همچنین بر اثر مصرف دو نوع آب میوه غنی از پلی‌فنول (۲۳۶ میلی‌گرم در روز) طی ۱۰ هفته؛ گزارش نکردند [۴۳]. در مقابل، مطالعه پانزا و همکاران (۲۰۱۶) نیز با بررسی اثر چای بر شاخص‌های فشار اکسایشی بعد از ۱۱ روز تمرینات برونگرا، به بررسی TP در پلاسما پرداخته و افزایش (۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از مداخله) و کاهش (۷۲ ساعت بعد از مداخله) معنی‌دار این شاخص را در گروه تجربی (مصرف چای، روزانه ۳ گرم، ۳ بار) نسبت به گروه کنترل، گزارش کرده‌اند [۴۴]. جاکو و همکاران (۲۰۱۵) نشان داده‌اند که مصرف مکمل عصاره چای سبز (حاوی ۹۸۰ میلی‌گرم پلی‌فنول در روز) موجب افزایش TP پلاسمایی در دوندگان سرعتی می‌شود [۴۵]. در توجیه این اختلاف نظرها، محققین اظهار داشته‌اند که برخی متابولیت‌های مشتق شده از پلی‌فنول‌ها، فعالیت ضد اکسایشی ایجاد می‌کنند و تفاوت‌هایی در نوع پلی‌فنول مواد غذایی مختلف؛ وجود دارد. علاوه بر

تمرین منظم از طریق کاهش شرایط التهابی، مهار تولید سایتوکاین‌های التهابی، افزایش عروقی شدن، و کاهش فعال‌سازی سیستم گزانتین اکسیداز (Xanthin oxidase)؛ تولید رادیکال سوپراکساید به دنبال تمرین منظم را کاهش می‌دهد [۳۴]. در توجیه عدم تغییر معنی‌دار TAC می‌توان گفت که خواص ضد التهابی و ضد اکسایشی زنجبیل هم‌زمان با تمرین منظم، احتمالاً فشار اکسایشی را تعدیل کرده و ردوکس سلولی پایداری را ایجاد نموده است. مجموعه این عوامل می‌توانند نیاز به تنظیم مثبت آنزیم‌های ضد اکسایشی و توسعه سیستم دفاعی (که TAC بارزترین آن است) را رفع نمایند؛ یعنی همان عدم نیاز به افزایش TAC که در تحقیق حاضر و سایر مطالعات ذکر شده هم مشاهده شد. از دیگر نتایج مطالعه حاضر، عدم تغییر معنی‌دار فعالیت آنزیم CAT پس از ۱۰ هفته مصرف زنجبیل و HIIT بود. وصالی اکبریور و همکاران (۲۰۱۶) با اجرای شنای استقامتی (۱۰ هفته، ۵ روز/ هفته) همراه با مکمل‌دهی ویتامین C (روزی ۱۰۰ میلی‌گرم/ کیلوگرم وزن بدن) در موش‌های ویستار، به نتیجه مشابهی دست یافته‌اند [۳۰]. عدم تغییر معنی‌دار فعالیت آنزیم CAT در کبد موش‌های ویستار نیز در اثر تمرین استقامتی طی دوره ۶ و ۹ هفته تمرین همراه بوده است [۳۵]. در مطالعه‌ای دیگر، اجرای HIIT، موجب عدم تغییر CAT در عضله پهن جانبی [۴]، افزایش [۳۶] و حتی کاهش CAT پس از اجرای ۸ هفته HIIT (دوهای سرعتی با مدت ۱۰، ۱۵ و ۲۰ ثانیه و نسبت استراحت به فعالیت: ۱ به ۱) نیز به دست آمده است [۳۷]. محققین معتقدند که پس از تمرینات ورزشی شدید، فعالیت CAT کاهش می‌یابد [۳۴] و برخی هم هنوز در مورد تاثیر قطعی نوع و شدت تمرین بر این شاخص اتفاق نظر ندارند. معمولاً پس از تمرین منظم ورزشی که بعضاً با مصرف مکمل ضد اکسایشی نیز همراه باشد، شرایط التهابی و اکسایشی بدن تعدیل شده و مقادیر H_2O_2 که عمل‌کرد CAT به آن وابسته است، کاهش یافته و در نتیجه نیاز به بالارفتن سطح آنزیم‌ها برطرف می‌شود؛ روندی که آثار آن به صورت عدم تغییر معنی‌دار فعالیت CAT در مطالعه حاضر دیده شد. علاوه بر

- [1] Afzalpour ME, Tahery Chadorneshin H. Physical activity and oxidative stress. Tehran: Bamdad Ketab; 2014.
- [2] Fisher G, Schwartz DD, Quindry J, Barberio MD, Foster EB, Jones KW, et al. Lymphocyte enzymatic antioxidant responses to oxidative stress following high-intensity interval exercise. *J Appl Physiol* 2011; 110: 730-737.
- [3] Bogdanis G, Stavrinou P, Fatouros I, Philippou A, Chatzinikolaou A, Draganidis D, et al. Short-term high-intensity interval exercise training attenuates oxidative stress responses and improves antioxidant status in healthy humans. *Food Chem Toxicol* 2013; 61: 171-177.
- [4] Larsen FJ, Schiffer TA, Ørtenblad N, Zinner C, Morales-Alamo D, Willis SJ, et al. High-intensity sprint training inhibits mitochondrial respiration through aconitase inactivation. *FASEB J* 2016; 30: 417-427.
- [5] Wadley AJ, Chen YW, Lip GYH, Fisher JP, Aldred S. Low volume-high intensity interval exercise elicits antioxidant and anti-inflammatory effects in humans. *J Sports Sci* 2014; 34: 1-9.
- [6] Afzalpour ME, Gharakhanlou R, Gaeini AA, Mohebbi H, Hedayati M, Khazaei M. The effects of aerobic exercises on the serum oxidized LDL and total antioxidant capacity in non-active men. *CVD Prev Control* 2008; 3: 77-82.
- [7] Vezzoli A, Pugliese L, Marzorati M, Serpiello FR, La Torre A, Porcelli S. Time-course changes of oxidative stress response to high-intensity discontinuous training versus moderate intensity continuous training in masters runners. *PLoS One* 2014; 9: 1-9.
- [8] Kurkcu R. The effects of short-term exercise on the parameters of oxidant and antioxidant system in handball players. *Afr J Pharm Pharmacol* 2010; 4: 448-452.
- [9] Myburgh KH. Polyphenol supplementation: benefits for exercise performance or oxidative stress? *Sports Med* 2014; 44: 57-70.
- [10] Khalili M, Kiasalari Z, Farhadi E, Agah M. Effects of alcoholic extract of *Zingiber officinalis* rhizome on acute and chronic inflammation and pain in rats. *Koomesh* 2011; 12: 159-166 (Persian).
- [11] Lakhan SE, Ford CT, Tepper D. Zingiberaceae extracts for pain: a systematic review and meta-analysis. *Nutr J* 2015; 14: 1-10.
- [12] Taghizadeh Afshari A, Shirpoor A, Farshid A, Saadatian R, Rasmie Y, Saboory E, et al. The effect of ginger on diabetic nephropathy, plasma antioxidant capacity and lipid peroxidation in rats. *Food Chem* 2007; 101: 148-153.
- [13] Li Y, Tran VH, Duke CC, Roufogalis BD. Preventive and protective properties of zingiber officinale (Ginger) in diabetes mellitus, diabetic complications, and associated lipid and other metabolic disorders: a brief review. *Evid Based Complement Alternat Med* 2012; 22: 1-11.
- [14] Mills S. The A-Z of modern herbalism: a comprehensive guide to practical herbal therapy. London: Thorsons; 1989.
- [15] Badreldin HA, Blunden G, Tanira MO, Nemmar A. Some phytochemical, pharmacological and toxicological properties of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe): a review of recent research. *Food Chem Toxicol* 2008; 46: 409-420.
- [16] Wilmore J, Costill D, Editors. Physiology of sport and exercise. Champaign: Human kinetics; 2004.
- [17] Buchan DS, Ollis S, Young JD, Thomas NE, Cooper SM, Tong TK, et al. The effects of time and intensity of exercise on novel and established markers of CVD in adolescent youth. *Am J Hum Biol* 2011; 23: 517-526.

این، تفاوت‌های بین فردی در میزان جذب و دفع ترکیبات پلی‌فنولی، نوع پروتکل‌ها و میزان مصرف مکمل‌ها را به نوعی، عامل ناهمسویی نتایج دانست. در اکثر مطالعات قبلی، اندازه‌گیری TPC و رابطه آن با فعالیت ضد اکسایشی و تاثیر این نوع مکمل‌ها بر سیستم ضد اکسایشی، حین تمرینات هوازی بررسی شده و به‌ندرت از تمرین تناوبی شدید استفاده شده است. علاوه بر این، از آن‌جا که بدن نمی‌تواند پلی‌فنول‌ها را سنتز یا ذخیره کند و به دریافت مکرر آن از طریق غذا یا دریافت مکمل متکی است، سازوکار دقیق تعامل بین ترکیبات پلی‌فنولی زنجبیل و TPC هنگام تمرینات ورزشی به طور دقیق، نیاز به بررسی بیشتر دارد.

تمرین تناوبی شدید و زنجبیل با اثر هم‌افزایی که داشتند، باعث بهبود VO_{2max} و BMI زنان دارای اضافه وزن شدند و این دال بر آن است که می‌توانند برای ارتقاء سطح سلامتی زنان دارای اضافه وزن مفید باشند. یا این حال، شاخص‌های سیستم دفاعی ضد اکسایشی تغییر معنی‌داری نکردند و از آن‌جا که عدم اندازه‌گیری شاخص‌های فشار اکسایشی و تعداد کم نمونه‌ها از محدودیت‌های تحقیق حاضر است؛ پیشنهاد می‌شود مطالعات بیشتر صورت گیرد تا به دیدگاه‌ها و نتایج روشن‌تری دست یابیم.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل از پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته تربیت بدنی گرایش فیزیولوژی ورزشی از دانشکده علوم ورزشی دانشگاه بیرجند است که با همکاری دانشگاه آزاد علوم پزشکی گناباد و اداره کل ورزش و جوانان استان خراسان جنوبی انجام شده است، بدین وسیله از این دو موسسه به خاطر حمایت از پایان‌نامه، قدردانی می‌گردد. همچنین از تمامی کسانی که به نحوی در این طرح سهیم بودند؛ تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

- ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) on serum glucose, lipid profile and oxidative stress in obese women: a randomized, placebo-controlled clinical trial. *J Pharm Sci* 2015; 21: 184-191.
- [32] Bilto YY, Alabdallat NG. Ex vivo and In vivo antioxidant related effects of zingiber officinale roscoe (Ginger) extracts in humans. *Eur J Med Plants* 2015; 7: 99-108.
- [33] Heeba GH, Abd-Elghany MI. Effect of combined administration of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) and atorvastatin on the liver of rats. *Phytomedicine* 2010; 17: 1076-1081.
- [34] Hovanloo F, Hedayati M, Ebrahimi M, Abednazari H. Effect of various time courses of endurance training on alterations of antioxidant enzymes activity in rat liver tissue. *Res Med* 2011; 35: 14-19 (Persian).
- [35] Tucker PS, Briskey DR, Scanlan AT, Coombes JS, Dalbo VJ. High intensity interval training favourably affects antioxidant and inflammation mRNA expression in early-stage chronic kidney disease. *Free Radic Biol Med* 2015; 89: 466-472.
- [36] Hassan M. Effect of high intensity interval training on antioxidants of male physical education students. *IJPEFS* 2014; 3: 89-93. (Persian).
- [37] Khadem Ansari M, Karimipour M, Salami S, Shirpoor A. The effect of ginger (*Zingiber officinale*) on oxidative stress Status in the small intestine of diabetic rats. *Int J Endoc Metab* 2008; 3: 140-144.
- [38] Rasyidah T, Suhana S, Nur-Hidayah H, Kaswandi M, Noah R. Evaluation of antioxidant activity of *Zingiber officinale* (ginger) on formalin-induced testicular toxicity in rats. *J Med Bioeng* 2014; 3: 149-153.
- [39] Mahmoud R, Elnour W. Comparative evaluation of the efficacy of ginger and orlistat on obesity management, pancreatic lipase and liver peroxisomal catalase enzyme in male albino rats. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2013; 17: 75-83.
- [40] Manju V, Nalini N. Effect of ginger on lipid peroxidation and antioxidant status in 1, 2-dimethyl hydrazine induced experimental colon carcinogenesis. *J Biochem Technol* 2010; 2: 161-167.
- [41] Parker TL, Wang XH, Pazmiño J, Engeseth NJ. Antioxidant capacity and phenolic content of grapes, sun-dried raisins, and golden raisins and their effect on ex vivo serum antioxidant capacity. *J Agric Food Chem* 2007; 55: 8472-8477.
- [42] Bub A, Watzl B, Blockhaus M, Briviba K, Liegibel U, Müller H, et al. Fruit juice consumption modulates antioxidative status, immune status and DNA damage. *J Nutr Biochem* 2003; 14: 90-98.
- [43] Panza VP, Diefenthaler F, Tamborindeguy AC, de Quadros Camargo C, de Moura BM, Brunetta HS, et al. Effects of mate tea consumption on muscle strength and oxidative stress markers after eccentric exercise. *Br J Nutr* 2016; 115: 1370-1378.
- [44] Jówko E, Długolecka B, Makaruk B, Cieśliński I. The effect of green tea extract supplementation on exercise-induced oxidative stress parameters in male sprinters. *Eur J Nutr* 2015; 54: 783-791.
- [18] Sijie T, Hainai Y, Fengying Y, Jianxiong W. High intensity interval exercise training in overweight young women. *J Sports Med Physic Fitness* 2012; 52: 255-262.
- [19] Haghghi Ah, Eslaminik E, Hamedinia M. The effect of eight weeks aerobic training and moderate and high doses green tea consumption on body composition and lipid profile in overweight and obese women. *J Mashhad Uni Med Sci* 2015; 58: 359-369 (Persian).
- [20] Richards JC, Lonac MC, Johnson TK, Schweder MM, Bell C. Epigallocatechin-3-gallate increases maximal oxygen uptake in adult humans. *Med Sci Sports Exerc* 2010; 42: 739-744.
- [21] Robinson EH, Stout JR, Miramonti AA, Fukuda DH, Wang R, Townsend JR, et al. High-intensity interval training and β -hydroxy- β -methylbutyric free acid improves aerobic power and metabolic thresholds. *J Int Soc Sports Nut* 2014; 11: 1-11.
- [22] Bayati M, Farzad B, Gharakhanlou R, Agha-Alinejad H. A practical model of low-volume high-intensity interval training induces performance and metabolic adaptations that resemble 'all-out' sprint interval training. *J Sports Sci Med* 2011; 10: 571-576.
- [23] McKay BR, Paterson DH, Kowalchuk JM. Effect of short-term high-intensity interval training vs. continuous training on O₂ uptake kinetics, muscle deoxygenation, and exercise performance. *J Appl Physiol* 2009; 107: 128-138.
- [24] Atal C, Zutshi U, Rao P. Scientific evidence on the role of Ayurvedic herbals on bioavailability of drugs. *J Ethnopharmacol* 1981; 4: 229-232.
- [25] Shokri Mashhadi N, Ghiasvand R, Hariri M, Askari G, Feizi A, Darvishi L, Hajjishafiee M, Barani A. Effect of ginger and cinnamon intake on oxidative stress and exercise performance and body composition in iranian female athletes. *Int J Prev Med* 2013; 1: 38-42.
- [26] Fathi Byatyany V, Dabidi clear V, Roudbari F. Myocardial protection protocols effects on IL-10 and cardiorespiratory parameters in obese women with breast cancer. *J Diabetes Metab Disord* 2012; 12: 68-81 (Persian).
- [27] Saghebjo M, Dastigerdi S, Afzalpour ME, Hedayati M. Effects of aerobic and resistance training on plasma visfatin levels in overweight women. *Koomesh* 2012; 13: 225-232 (Persian).
- [28] Mansour MS, Ni YM, Roberts AL, Kelleman M, RoyChoudhury A, St-Onge MP. Ginger consumption enhances the thermic effect of food and promotes feelings of satiety without affecting metabolic and hormonal parameters in overweight men: a pilot study. *Metabolism* 2012; 61: 1347-1352.
- [29] Atashak S, Peeri M, Azarbayjani MA, Stannard SR. Effects of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) supplementation and resistance training on some blood oxidative stress markers in obese men. *J Exerc Sci Fit* 2014; 12: 26-30.
- [30] Vesali-Akbarpour L, Samavati-Sharif MA. The effect of endurance swimming plus vitamin C supplement on oxidative stress and muscles damage indices in male wistar rats. *Avicenna J Med Biochem* 2016; 4: 1-7.
- [31] Ebrahimzadeh Attari V, Mahluji S, Jafarabadi MA, Ostadrahimi A. Effects of supplementation with

Effects of high intensity interval training and ginger supplement on some antioxidant markers, cardio – respiratory fitness and body mass index in overweight women

Mohammad Esmaeil Afzalpour (Ph.D)*¹, Somayeh Khyabani (M.Sc Student)¹, Seyed-Hosein Abtahi Eivari (Ph.D)², Shila Nayebifar (Ph.D)³

1- Dept. of Sport Sciences, Sport Sciences Faculty, University of Birjand, Birjand, Iran ,

2 – Dept. of Biochemistry, Basic Sciences Faculty, Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Iran

3- Dept. of Physical Education & Sport Sciences, Faculty of Education and Psychology, University of Sistan & Blouchestan, Zahedan, Iran

(Received: 19 Sep 2016; Accepted: 27 May 2017)

Introduction: Human is trying to enhance health level by life style changing. In this study, the effect of 10 weeks of high intensity intermittent exercise and ginger supplement on some antioxidant markers, cardio-respiratory fitness and body mass index in overweight women was evaluated.

Materials and Methods: 30 overweight women (BMI > 25) were randomly divided into 3 groups: high intensity interval training- ginger (HIIT-GI), high intensity interval training- placebo (HIIT-PL), and ginger (GI) groups. HIIT-GI and GI groups consumed 3 grams of ginger pill orally; and except GI group, two other training groups performed interval training up to 90 percent of maximal heart rate in 3 sessions per week. Total antioxidant capacity, catalase activity, and total polyphenol capacity of serum were measured using colorimetric method and the analysis of covariance test was applied for extraction of results ($P < 0.05$).

Results: Total antioxidant capacity increased non-significantly ($p > 0.05$) by 22, 13 and 36 percent, and total polyphenol capacity increased non-significantly ($p > 0.05$) by 18, 14 and 18 percent in the HIIT-PL, HIIT-GI, and GI groups, respectively. Also, a non-significant ($p > 0.05$) changes was obtained in catalase activity. However, the body mass index of both HIIT-GI and HIIT-PL groups and the maximal oxygen uptake of HIIT-GI group significantly ($p < 0.05$) improved.

Conclusion: High intensity interval training and ginger supplement with this dose considered became effective in overweight women's cardio-respiratory fitness and body mass index improvement; but it was not enough for stimulating the body's antioxidant system.

Keywords: High Intensity Interval Training, Ginger Supplement, Antioxidant System, Overweight, Women

* Corresponding author. Tel: +98 9155614517

mafzalpour@birjand.ac.ir