The effect of six weeks of high intensity interval training on the serum levels of oxidative stress parameters of athletics athletes in Yasouj city

Sadegh Khademi[1], Abbas Salehikia[1], Omid Mohammaddoost[1*], MohammadAli Mirshekar [2]

1. Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Sistan and Baluchistan, Zahedan, Iran
2. Department of Physiology, Faculty of Medicine, Zahedan University of Medical Sciences, Zahedan, Iran

Corresponding author e-mail: Mo.omid@ped.usb.ac.ir

Abstract

Objective: The aim of this study was to investigate the effect of 6 weeks of high intensity interval training (HIIT) on the serum levels of oxidative stress parameters(malondialdehyde, superoxide dismutase and catalase) of athletics athletes in Yasouj city

Materials and Methods: In this quasi-experimental study, the statistical population was male track and field athletes in Yasuj, excluding female endurance athletes; among them, 30 female sprinters, throwers, and jumpers in the age range of 22-32 years were purposefully selected as a statistical sample and randomly divided into 2 groups of 15 (HIIT training and control).HIIT training protocol was performed at an intensity of 90% of maximum heart rate for 6 weeks (3 sessions per week). Blood samples were taken from the subjects before and after training and kits were used to measure malondialdehyde, superoxide dismutase, and catalase. Paired t-test was used to determine intra-group changes, and covariance test was used to compare between groups at a significance level of $p<0.05$ ($p<0.05$). The obtained data were analyzed with SPSS-25.

Results: The findings showed that serum levels of malondialdehyde, superoxide dismutase, and catalase in the training group after six weeks of HIIT training were significantly different from the pre-test ($p=0.00$). Also, serum levels of these variables were significantly different between the training group and the control group at the post-test ($p=0.01$).

Conclusion: The results of this study showed that in order to reduce oxidative stress and improve the antioxidant capacity of runners, HIIT exercises can be used in runners' training program.

Keywords: High-intensity interval training, Malondialdehyde, Superoxide dismutase, Catalase, Track and field athletes

Received: Nov 08, 2024 **Revised:** Nov 29, 2024 **Accepted:** Dec 09, 2024

How to cite this article: Khademi S, Salehikia A, Mohammaddoost O, Mirshekar MA. The effect of six weeks of

تأثیر شش هفته تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT) بر سطوح سرمی پارامترهای استرس اکسیداتیو ورزشکاران رشته دوومیدانی شهر یاسوج

صادق خادمی[۱]، عباس صالحی‌کیا[۱]، امید محمددوست[۱*]، محمدعلی میرشکار[۲]

۱. دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران
۲. گروه فیزیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان، زاهدان، ایران

*نویسنده مسئول: امید محمددوست **Email: Mo.omid@ped.usb.ac.ir**

چکیده

هدف: هدف این پژوهش بررسی اثر شش هفته تمرین تناوبی شدید (HIIT) بر سطوح سرمی پارامترهای استرس اکسیداتیو (مالون‌دی‌آلدئید (MDA)، سوپراکسیددیسموتاز (SOD) و کاتالاز (CAT)) ورزشکاران رشته دوومیدانی شهر یاسوج بود.

مواد و روش ها: در این پژوهش نیمه‌تجربی، جامعه آماری ورزشکاران مرد رشته دوومیدانی شهر یاسوج به جز ورزشکاران ماده استقامتی بودند؛ که از این میان ۳۰ نفر از دوندگان ماده‌های سرعتی، پرتابی و پرش‌کنندگان در دامنه سنی ۳۲-۲۲ سال به‌عنوان نمونه آماری، به صورت هدفمند انتخاب و در ۲ گروه ۱۵ نفری (تمرینHIIT و کنترل) به صورت تصادفی تقسیم شدند. پروتکل تمرینHIIT با شدت ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه برای مدت ٦ هفته (۳ جلسه در هفته) اجرا شد. نمونه‌گیری خونی قبل و بعد از تمرین از آزمودنی‌ها انجام و از کیت‌های اندازه‌گیری میزان مالون‌دی‌آلدئید، سوپراکسیددسموتاز و کاتالاز استفاده گردید. به‌منظور تعیین تغییرات درون گروهی از آزمون t همبسته و برای مقایسه بین گروهی از آزمون کوواریانس در سطح معنی‌داری $p<0/05$ استفاده شد ($p<0/05$). اطلاعات حاصله با SPSS-25 تحلیل شدند.

نتایج: یافته‌ها نشان داد که سطوح سرمی مالون‌دی‌آلدئید، سوپراکسیددیسموتاز و کاتالاز در گروه تمرین پس از شش هفته تمرینHIIT، تفاوت معنی‌داری نسبت به پیش‌آزمون دارد ($p=0/00$). همچنین مقادیر سرمی این متغییرها در پس‌آزمون بین گروه تمرین و گروه کنترل، اختلاف معنی‌داری داشت ($p=0/01$).

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان داد که جهت کاهش فشارهای اکسایشی و بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، می‌توان از تمرین HIIT در برنامه تمرینی ورزشکاران رشته دوومیدانی بهره برد.

واژه های کلیدی: تمرین تناوبی با شدت بالا، مالون‌دی‌آلدئید، سوپراکسیددیسموتاز، کاتالاز، ورزشکاران دوومیدانی

وصول مقاله: ۱۴۰۳/۰۸/۱۶
اصلاحیه نهایی: ۱۴۰۳/۰۹/۰۹
پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۱۹

مقدمه

تمرین تناوبی شدید (HIIT)[1] با ترکیب دو روش تمرینی سرعتی (ST)[2] و تناوبی (IT)[3] است که هم‌زمان هر دو سیستم هوازی و بی‌هوازی را درگیر و آن‌ها را بهبود می‌بخشد (۱). این نوع تمرین با وهله‌های فعالیتی نسبتاً کوتاه با شدت بالا (نزدیک یا بیشتر از ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه) در نوبت‌های تکراری اجرا می‌شوند. یک وهله فعالیت در تمرین HIIT امکان دارد از چندین ثانیه تا چند دقیقه ادامه داشته باشد که در نوبت‌های مختلف با چند دقیقه استراحت فعال انجام (۱) و با وجود زمان و حجم کلی تمرین کمتر، باعث تحریک بیشتر فیزیولوژیکی و عملکردی در افراد می‌شود (۲). سازوکار این نوع از تمرین به این شکل می‌باشد که یک نوبت HIIT، باعث افزایش فعالیت آنزیم‌هایی که مربوط به متابولیسم بی‌هوازی هستند و غلظت سوبستراهای انرژیکی، می‌شود (۳). تمرین HIIT با توجه به تنوع و سازگاری متابولیکی و کارآیی بیشتر آن در کاهش چربی به جای تمرینات استقامتی سنتی استفاده می‌شود (۵ ،٤)؛ اما این تمرینات می‌توانند موجب تولید رادیکال‌های آزاد در عضلات اسکلتی و بافت‌های دیگر بدن شوند (۵ ،٤). یکی از اثرات تخریبی رادیکال‌های آزاد، تولید مالوندی‌آلدهید[4] است. به‌منظور مقابله با این اثرات، یک سیستم دفاع مؤثر ایجاد شده، که دارای آنزیم‌های مختلف مانند سوپراکسایددیسمیوتاز[5]، کاتالاز[6]، به‌علاوه آنتی‌اکسیدان‌های درون‌زا است (۵). تغییرات بیولوژیکی مهم که درطول فعالیت‌های بدنی به‌وجود می‌آید، تولید رادیکال آزاد و افزایش قدرت متابولیسم بدن می‌باشد که در این مواقع بدن از راه آنزیم‌های ضداکسایشی خود را حفظ می‌کند. در نهایت این آنزیم‌ها، اولین خط دفاعی بدن هستند که آن را در برابر حمله انواع رادیکال‌های فعال اکسیژن محافظت می‌کند (٦). تحقیقات نشان دادند که تمرینات ورزشی شدید و اینتروال مانند HIIT که ورزشکاران در سطوح حرفه‌ای انجام می‌دهند، قادر است سطوح رادیکال‌های آزاد در داخل سلول را دست‌خوش تغییر قرار دهد (۸ ،۷). به‌علاوه در حین انجام فعالیت‌های ورزشی شدید تقریباً اکسیژن مصرفی عضلات ۱۰۰ تا۲۰۰ برابر افزایش می‌یابد، که این خود به احتمال زیاد سبب عدم تعادل بین هموستاز اکسایشی و ضداکسایشی می‌شود (۸). ورزش شدید سطح استرس اکسیداتیو را افزایش، اما فعالیت ورزشی منظم، از افزایش سطح رادیکال‌های آزاد در حالت پایه و در طول ورزش ممانعت به عمل می‌آورد و سطح آن را نسبت به افراد کم تحرک کاهش می‌دهد (۹). افزایش پیدا کردن تولید نمونه‌های واکنش‌پذیر اکسیژن در هنگام فعالیت شدید، سیستم دفاعی بدن که ضداکسایشی هستند را فعال می‌کند که نتیجهٔ آن، به احتمال زیاد، تولید رادیکال‌های آزاد، افزایش حساسیت بافت بدن به آسیب‌های اکسایشی و ایجاد فشار اکسایشی در بدن می شود (۱۰). MDA یک نشانگر زیستی حاصل از پراکسیداسیون لیپیدها جهت ارزیابی استرس اکسیداتیو است (۱۱). تولید MDA که به عنوان شاخص آسیب‌های اکسایشی لیپیدهاست بر اثر آسیب غشای لیپیدی سلول به‌وجود می‌آید و یکی از شاخص‌های دفاع آنتی‌اکسیدانی به حساب می‌آید (۱۲). شواهد نشان داد که فشار اکسایشی سبب آسیب‌زایی و بیماری‌های گوناگون مثل دیابت، سرطان و بیماری‌های قلبی- عروقی می‌باشد (۱۳)، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که فعالیت شدید زیان‌بار است و ممکن است باعث افزایش پراکسیداسیون لیپید و عدم تعادل هموستازی شود (١٤). وقتی که لیپیدها تحت آسیب اکسایشی قرار می‌گیرند، MDA تولید می‌شود که نشانه‌ای برای شاخص آسیب شناخته شده است (۱۵). دلینگ[7] و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی اثر دو روش تمرین

1 High-intensity Interval Training
2 Sprint Training
3 Interval Training
4 Malondialdehyde
5 Superoxide dismutase
6 Catalase
7 Delwing

استقامتی روی تردمیل بر شاخص‌های استرس اکسیداتیو و ظرفیت آنتی اکسیدانتی، دریافتند ۸ هفته تمرین تداومی با شدت متوسط موجب افزایش معنی‌دار ظرفیت CAT و SOD می‌شود (۱۶). فریتاس[1] و همکاران (۲۰۱۸) بیان کردند ۲ هفته تمرین تناوبی شدید سبب افزایش آنزیم‌های آنتی اکسیدانی SOD و CAT می‌شود (۱۷). پرستش و همکاران (۲۰۲۰) به مقایسه تأثیر تمرین تداومی با شدت متوسط (MICT) و تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT) بر سطح سرمی مالون‌دی‌آلدئید و ظرفیت تام آنتی اکسیدانی دریافتند دو روش تمرینی MICTو HIIT سبب کاهش سطح سرمی MDA و TAC می‌شود (۱۸). شدت و مدت فعالیت بدنی می‌تواند در میزان اثرگذاری فعالیت بدنی بر شاخص‌های استرس اکسایشی دخالت نماید. هر چه شدت فعالیت بدنی بیشتر و مدت آن طولانی‌تر باشد، میزان بروز پراکسیداسیون لیپیدی بیشتر خواهد بود. با یک جلسه‌ی تمرین با فعالیت سبک، بدن با چالشی جدی مواجه نمی‌شود تا پاسخ آنتی اکسیدانی ویژه‌ای داشته باشد (۱۹). پترسون[2] و همکاران تحقیقی به این نتیجه رسیدند که بالا بودن شدت تمرین در طول شش هفته HIIT می‌تواند سازگاری کافی در دستگاه ضد اکسایشی بدن آزمودنی‌های گروه تمرین به وجود آورد و شدت تمرین بر دستگاه ضد اکسایش تأثیر مثبتی داشته و شاخص استرس اکسیداتیو یا مالون‌دی‌آلدئید را کاهش دهد و شاید دلیل این کاهش مالون‌دی‌آلدئید را نیز بتوان بر تأثیر تمرین در کاهش میزان تولید رادیکال‌های آزاد و یا کاهش مرتبط با استرس اکسیداتیو ارتباط داد (۲۰). کاواس[3] در بررسی تأثیر یک دوره تمرین شنا بر مالون‌دی‌آلدئید و آنزیم‌های آنتی اکسیدانی شناگران جوان، نشان داد که اجرای ۸ هفته تمرین شنا سبب پایین آمدن آنزیم‌های اکسایشی می‌شود (۲۱). بنابراین آن‌طور که مشخص است نتایج تحقیقات، تحت تأثیر شدت و مدت ورزش قرار می‌گیرد (۲۲). از طرفی عملکرد و سازگاری ورزش قهرمانی با تمرین تناوبی شدید برای همگان مبهم است (۲۳). بنابراین در این بین با توجه به عوارض و اثرات زیان‌بار داروها، در سال‌های اخیر اغلب مربیان و محققان ورزشی استفاده از سبک‌های تمرینی را برای کاهش فشارهایی که به ورزشکاران وارد می‌شود، مناسب دانستند که می‌توانند عملکرد آنان را بهبود بخشند. لذا به دنبال پاسخ این سؤال هستیم که آیا اجرای شش هفته تمرین HIIT قادر است بر سطوح سرمی برخی شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی (مالون‌دی‌آلدئید، سوپراکسیددیسموتاز و کاتالاز) ورزشکاران رشته دوومیدانی شهر یاسوج تأثیرگذار باشد یا خیر؟

مواد و روش‌ها

روش تحقیق به صورت نیمه‌تجربی از نوع مطالعات کاربردی و به روش میدانی با طرح پیش آزمون و پس آزمون اجرا شد. جامعه آماری تمامی ورزشکاران پسر رشته دوومیدانی شهر یاسوج بودند. نمونه آماری این تحقیق شامل ۳۰ نفر از این ورزشکاران به جز دونده‌های استقامتی، در دامنه سنی ۳۲-۲۲ سال بودند. حجم نمونه بر اساس جدول مورگان و نمونه‌گیری به‌صورت داوطلبانه و هدفمند از تمامی دونده‌ها (دونده‌های سرعتی و پرتابی) به جز دونده‌های استقامتی انجام و به طور تصادفی (قرعه‌کشی) به ۲ گروه ۱۵ نفری (گروه اول: تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT) و گروه دوم: کنترل) تقسیم شدند.

سه روز قبل از اجرای جلسات تمرین، آزمودنی‌ها فرم‌های وضعیت سلامت و رضایت نامه تحقیق را تکمیل و سپس قد و وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد. به آزمودنی‌های توصیه شد که از برنامه غذایی استاندارد پیشنهادی پژوهشگر استفاده و از اجرای تمرینات ورزشی مختلف و فعالیت‌های بدنی سنگین جداً خودداری نمایند. آنگاه از آن‌ها خواسته شد بعد از گذشت دو روز، جهت اجرای برنامه تمرینی به پایگاه قهرمانی شهر یاسوج مراجعه کنند. ۲٤ ساعت قبل از شروع دوره تمرین و ٤۸ ساعت بعد از اتمام دوره تمرین، به‌منظور اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی، از ورید بازویی دست راست آزمودنی‌ها، مقدار ۵ سی‌سی

1 Freitas
2 Peterson
3 Cavas

خون، (دو مرحله در شرایط، زمان و ابزار مشابه)، پس از ۱۲-۱۰ ساعت ناشتایی، توسط متخصصان آزمایشگاه خون‌گیری انجام شد. نمونه خون در آزمایشگاه تشخیص طبی شهر یاسوج، سانتریفیوژ شده و نمونه سرمی آن جدا و سپس سرم‌های تهیه شده با کیت‌های مخصوص اندازه‌گیری میزان مالون‌دی‌آلدئید، سوپراکسیددسموتاز و کاتالاز، ساخت شرکت Crystal Day Biotech کشور چین به روش الایزا (دستگاه الیزای DRG) اندازه‌گیری شدند. قد آزمودنی‌ها با قد سنج دیواری مدل سکا[1] ۲۰۶، با دقت ۰/۵ سانتی‌متر و وزن آزمودنی‌ها در ابتدا و انتهای دوره تمرین، با استفاده از ترازوی دیجیتالی مدل SOEHNLE، ساخت کشور آلمان با دقت ۰/۱ کیلوگرم اندازه‌گیری شد.

برنامه تمرین تناوبی شدید: برنامه‌ی تمرینی برای مدت ٦ هفته و ۳ جلسه در هر هفته اجرا شد که شامل تمرینات جدول ۱ بود. تمرین تناوبی شدید شامل ۵ نوبت، ٤ دقیقه دویدن با شدتی برابر ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه که حداقل ۲ دقیقه استراحت و یا فعالیتی آرام بین ست‌ها داشت، در هفته‌ای اول در نظر گرفته شد و به گونه‌ی فزاینده تا هفته ششم طبق اصل اضافه‌بار اضافه شدند. کلیه‌ی جلسات تمرین بین ساعت ۸ تا ۱۱ صبح در سالن سرپوشیده ورزشی انجام گرفت. آزمودنی‌ها قبل از فعالیت اصلی به مدت ۱۰ دقیقه با انجام حرکات کششی و نرمشی خود را گرم کرده و سپس تمرین را اجرا و در پایان هر جلسه هم ۵ دقیقه با سرد کردن بدن خود را ریکاوری کردند (٢٤).

جدول ۱. الگوی برنامه تمرین HIIT

هفته	تعداد وهله
اول	۵ نوبت ٤ دقیقه ای دویدن با شدت ۹۰ ٪ ضربان قلب و ۲دقیقه استراحت فعال
دوم	٦ نوبت ٤ دقیقه ای دویدن با شدت ۹۰ ٪ ضربان قلب و ۲دقیقه استراحت فعال
سوم	۷ نوبت ٤ دقیقه ای دویدن با شدت ۹۰ ٪ ضربان قلب و ۲دقیقه استراحت فعال
چهارم	۸ نوبت ٤ دقیقه ای دویدن با شدت ۹۰ ٪ ضربان قلب و ۲دقیقه استراحت فعال
پنجم	۷ نوبت ٤ دقیقه ای دویدن با شدت ۹۰ ٪ ضربان قلب و ۲دقیقه استراحت فعال
ششم	۸ نوبت ٤ دقیقه ای دویدن با شدت ۹۰ ٪ ضربان قلب و ۲دقیقه استراحت فعال

تجزیه و تحلیل آماری

از روش‌های آمار توصیفی و استنباطی برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد. توصیف داده‌های تحقیق با شاخص‌های آماری میانگین و انحراف استاندارد و از آمار توصیفی استفاده و برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون شاپیروویلک و جهت بررسی برابری واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد. همچنین به منظور مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون درون گروهی از آزمون t همبسته و برای مقایسه بین گروهی از آزمون کوواریانس در سطح معنی‌داری$p<0/05$ استفاده شد ($p<0/05$). اطلاعات حاصله در محیط نرم‌افزار SPSS-25 تحلیل شدند.

نتایج

در جدول ۲، شاخص‌های توصیفی (سن، قد، وزن، Vo_2max، MDA، SOD و CAT) آزمودنی‌ها و نتایج آزمون تی‌همبسته که جهت مقایسه میانگین پیش و پس آزمون متغیرها پس از شش هفته تمرین HIIT انجام شد؛ ارائه شده است.

1 Seca

جدول ۲. شاخص‌های توصیفی **آزمودنی‌ها به تفکیک گروه‌های تحقیق و نتایج آزمون تی‌همبسته**

متغیرها	نوبت آزمون	انحراف استاندارد ± میانگین	
		گروه تمرین HIIT	گروه کنترل
سن (سال)	-------	۱۶/۸۳±۱/۸۹	۱۶/۱۳±۱/۳۹
قد (سانتی‌متر)	-------	۱۶۳/۲۵±۶/۱۰	۱۶۳/۳۵±۵/۸۰
وزن (kg)	-------	۵۹/۱۵±۳/۲۴	۵۸/۷۵±۳/۴۴
Vo_2max (ml/kg/min)	-------	۴۵/۸۸±۴/۲۲	۴۶/۱۸±۴/۱۲
MDA (nmol/ml)	پیش‌آزمون	۱/۲۷ ± ۰/۰۲	۱/۲۴ ± ۰/۰۹
	پس‌آزمون	۰/۷۶ ± ۰/۰۳	۱/۲۲ ± ۰/۰۱
	t آماره	۱/۶۵	۲/۲۵
	مقدار p آزمون تی همبسته	*۰/۰۰	۰/۲۳
SOD (u/l)	پیش‌آزمون	۲۱/۷۵ ± ۲/۶۵	۲۱/۳۳ ± ۱/۹۶
	پس‌آزمون	۲۷/۵۲ ± ۳/۲۴	۲۱/۸۸ ± ۲/۹۸
	t آماره	۷/۴۵	۶/۶۵
	مقدار p آزمون تی همبسته	*۰/۰۰	۰/۱۲
CAT(u/l)	پیش‌آزمون	۲/۷۵ ± ۱/۰۳	۳/۷۲ ± ۲/۶۲
	پس‌آزمون	۴/۶۹ ± ۱/۳۰	۳/۴۴ ± ۱/۲۵
	t آماره	۲/۲۵	۲/۴۵
	مقدار p آزمون تی‌همبسته	*۰/۰۰	۰/۲۱

* اختلاف در سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ است (P<0/05)

همان طور که جدول ۲ نشان می‌دهد، سطح سرمی MDA پس از شش هفته تمرین HIIT، کاهش و سطوح سرمی SOD و CAT پس از شش هفته تمرین HIIT، افزایش یافته است. جهت بررسی برابری واریانس‌ها از آزمون لوین استفاده و سطح معنی‌داری آزمون، ۰/۲۳ به دست آمده که بزرگتر از ۰/۰۵ است، که نشان‌دهنده برابری واریانس‌ها است؛ همچنین مطابق جدول ۲، نتایج آزمون تی‌همبسته، برای متغیرهای MDA، SOD، CAT در گروه تمرین کمتر از ۰/۰۵ است (p=0/00)، لذا تفاوت معناداری در گروه تمرین در این متغیرها پس از ۶ هفته تمرین HIIT مشاهده می‌شود، اما این مقادیر در گروه کنترل از لحاظ آماری تفاوت معناداری نشان نداد (p=0/21)، بنابراین ۶ هفته تمرین HIIT، بر مقدار MDA، SOD، CAT در گروه تمرین تأثیرگذار بوده است.

پیش‌فرض همگنی شیب خط رگرسیون بررسی شد و مطابق نتایج، مقدار F تعامل پیش‌آزمون و سطح معنی‌داری بالاتر از ۰/۰۵ است و می‌توان نتیجه گرفت که پیش‌فرض همگنی شیب رگرسیون رعایت شده است. لذا از آزمون کوواریانس جهت بررسی اختلاف بین گروهی (گروه تمرین و گروه کنترل)، پس از ۶ هفته تمرین HIIT بر سطوح سرمی MDA، SOD و CAT در دوندگان شهر یاسوج استفاده شد؛ مقدار p تحلیل کوواریانس تغییرات در هر یک از متغییرهای MDA، SOD و CAT بین دو گروه تمرین و کنترل کمتر از ۰/۰۵ به‌دست آمد (P=0/01)؛ لذا نتایج بیان گر آن است که در پس آزمون بین دو گروه کنترل و تمرین اختلاف معنی‌دار در متغیرهای MDA، SOD و CAT وجود دارد و شش هفته تمرین HIIT بر میزان سطوح سرمی MDA، SOD و CAT اثرگذار است. به‌طوری‌که میزان سطح سرمی MDA را کاهش و سطوح سرمی SOD و CAT را افزایش می دهد.

بحث

یافته‌ها نشان داد متعاقب ٦ هفته تمرین تناوبی شدید در دوندگان شهر یاسوج، میزان مالون‌دی‌آلدئید کاهش معنادار و میزان سوپراکسیددیسموتاز و کاتالاز افزایش معناداری داشته است. این یافته‌ها با تحقیقات دلینگ و همکاران (۲۰۱۸)(١٦)، مقربیان و همکاران (۲۰۲۰)(٢٤)، فریتز و همکاران (۲۰۱۸)(۱۷)، پرستش و همکاران (۲۰۲۰)(۱۸)، ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۷)(۱۰)، هم‌خوانی داشت. اولین و مهم‌ترین آنزیمی که از سلول در برابر رادیکال‌های سوپراکسید محافظت می‌کند، آنزیم SOD است و قادر است تشکیل پراکسید هیدروژن و اکسیژن را دیسموته کند. ۱۵ تا ۳۵ درصد فعالیت اصلی سوپراکسیددیسموتاز در میتوکندری است و ٦٥ تا ۸۵ درصدی که از آن باقی مانده است در سیتوزول دیده می‌شود. محققان بیان کردند که میزان افزایش SOD به‌دنبال تمرین ورزشی استقامتی، در تارهای عضلات اسکلتی نوع I و نوع IIa نمایان‌تر است (۲۵). گرچه فعالیت ورزشی تولید ROS را افزایش می‌دهد ولی ورزش منظم با کاهش بیماری‌های وابسته به استرس اکسیداتیو همراه است و متوسط طول عمر را افزایش می‌دهد. دلیل این مزیت، سازگاری ورزش با افزایش تولید رادیکال آزاد در حین ورزش است که این سازگاری افزایش فعالیت سیستم آنتی‌اکسیدانی، افزایش بیان ژن مربوط به اکسیداسیون/ احیا و فعال شدن سیستم ترمیم/حذف آسیب را در بر می‌گیرد (۲۷، ٢٦). زمانی به اسیدهای چرب اشباع نشده غشای سلول حمله می‌شود که رادیکال‌های آزاد تولید شوند و یک‌سری واکنش‌ها را در بدن به‌وجود آورند که به اصطلاح به آن پراکسیداسیون چربی می‌گویند. برای اندازه‌گیری این پراکسیداسیون چربی، موادی از قبیل مالون‌دی‌آلدئید، لیپید هیدروپراکسیدها، ایزوپروستان‌ها و داین‌های مزدوج مورد ارزیابی قرار می‌گیرند (٢٦). تحقیقات مختلف با یافته‌های این پژوهش همخوانی داشتند؛ از جمله طاهری و همکاران (۱۳۹۵) با بررسی اثر شش هفته تمرین تناوبی شدید (٤ ست آزمون RAST ۳۵ متر مسافت) نشان داد که ظرفیت آنتی اکسیدانی تام در پایان دوره افزایش معنی‌داری یافت (۲۸). سیلوا[1] و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی اثر تمرین هوازی با دو شدت کم (۱۵ دقیقه در روز به مدت ۵ روز در هفته به مدت ۸ هفته) و متوسط ٤٥ (دقیقه در هر جلسه، ۵ روز در هفته برای مدت ۸ هفته با سرعتی معادل ۱۳ دور بر دقیقه در ٤ هفته اول و سپس ١٦ دور در دقیقه در ٤ هفته دوم) روی شاخص‌های آنتی اکسیدانی، به این نتیجه رسیدند که در گروه تمرین متوسط کمپلکس۱ و ۲، سوکسینات دهیدروژناز (SDH) نسبت به گروه تمرین با شدت پایین بالاتر بود. آنزیم‌های آنتی اکسیدانی CAT و SOD به ترتیب ۷۱ و ۷۳ درصد در هر دو گروه افزایش یافت (۲۹). همچنین تحقیقی نشان داد، تمرین هوازی با شدت متوسط می‌تواند فشار اکسیداتیو را با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی، کاهش و تولید گونه‌های فعال اکسیژن در عضله اسکلتی و بافت چربی، کاهش دهد (۱۵). در مطالعه دلینگ و همکاران (۲۰۱۸) که به بررسی اثر دو روش تمرین استقامتی روی تردمیل بر شاخص‌های استرس اکسیداتیو و ظرفیت آنتی اکسیدانتی موش‌های صحرایی پرداخته شد، مشخص شد که هشت هفته تمرین تداومی با شدت متوسط موجب کاهش سطوح سرمی شاخص‌های پراکسیداسیون لیپیدها و افزایش معنادار ظرفیت آنتی اکسیدانی CAT و SOD موش صحرایی می‌شود (١٦). مقربیان و همکاران (۲۰۲۰) نیز در مطالعات خود کاهش MDA و افزایش فاکتورهای آنتی‌اکسیدانی را گزارش کردند (٢٤). فریتز و همکاران (۲۰۱۸) نیز اظهار داشتند که ۲ هفته تمرین تناوبی شدید سبب افزایش در آنزیم‌های آنتی اکسیدانی SOD و CAT می‌شود (۱۷). پرستش و همکاران (۲۰۲۰) به مقایسه تأثیر تمرین تداومی با شدت متوسط (MICT) و تمرین تناوبی با شدت بالا بر سطح سرمی مالون‌دی‌آلدئید و ظرفیت تام آنتی اکسیدانی موش‌های صحرایی نر پرداختند و دریافتند دو روش تمرینی MICT و HIIT سبب کاهش سطح سرمی MDA و TAC می‌شود (۱۸). پترسون و همکاران در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که ٦ هفته HIIT سبب افزایش معنی‌دار GPX در گروه تمرین شد و شدت تمرین بر دستگاه ضد اکسایش تأثیر مثبتی داشته تا بتواند شاخص استرس اکسیداتیو یا مالون‌دی‌آلدئید را هر چند به صورت غیر معنی‌دار، کاهش دهد (۲۰). فعالیت ورزشی با

[1]. Silva

چندین سازوکار از جمله نشت اکسیژن از زنجیرهٔ انتقال الکترونی، متابولیسم پروستانوئیدی، فعالیت گزانتین اکسیداز و ماکروفاژها و افزایش فعالیت کاتکولامین‌ها، ممکن است بر فرآیندهای بروز فشار اکسایشی تأثیر گذاشته و موجب افزایش پراکسیداسیون لیپیدی و بنابراین MDAبه‌عنوان یکی از شاخص‌های پراکسیداسیون لیپیدی شود (۳۰).

در زمینه‌ی اثر فعالیت بدنی بر سیستم دفاع اکسایشی باید این نکته را در نظر گرفت که در هنگام تمرین شدید، به دلیل عدم هماهنگی میزان اکسیژن دریافتی و اکسیژن مورد نیاز بافت‌ها به خصوص در عضلات فعال و از سوی دیگر بروز فرآیندهای کاهش جریان خون موضعی و سپس برقراری مجدد گردش جریان خون بافتی، تولید انواع گونه‌های اکسیژن فعال افزایش می‌یابد (۳۱)، به همین دلیل با افزایش تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن به علت افزایش مصرف اکسیژن ممکن است ظرفیت دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن تضعیف گردد، در نتیجه لیپیدهای غیراشباع غشاهای بافتی در معرض آسیب قرار گیرند و موجب افزایش MDA شوند (۳۲). گونه‌های فعال اکسیژن تولید شده در فعالیت ورزشی، مسیر سیگنالینگ مهمی مانند میتوژن محرک پروتئین کیناز را فعال کرده که می‌تواند باعث رونویسی عوامل مختلف شده و به این ترتیب فعالیت ورزشی می‌تواند به خودی‌خود باعث بهبود استرس اکسیداتیو شود و از بیماری‌های استرس اکسایشی جلوگیری کند (۳۳). اثـر بارزتر تمرین تنـاوبی شـدید بـر سیسـتم ضداکسایشی را بـه مسـیرهای متابولیـک بایـد نسـبت داد. به گونه‌ای که تغییرات متابولیـک و بـا تـأثیر بـر مسیرهای AMPK و PGC- 1α با تقویت سیستم ضد اکسایشی همراه می‌شود (۳٤). همچنین مکانیسم احتمالی دیگر اثر فعالیت ورزشی، کاهش غلظت درون سلولی ROS و کاهش قابلیت اتصال NF-KB به DNA نسخه‌برداری از ژن‌های درگیر در استرس اکسیداتیو و التهاب باشد (۳۵). بر اساس مطالب فوق، می‌توان گفت که اجرای تمرین HIIT قادر است سازگاری مناسبی در دوندگان شهر یاسوج ایجاد کند و وضعیت استرس اکسیداتیوی و ظرفیت آنتی اکسیدانی آنان را بهبود بخشد. تحقیق حاضر با محدودیت‌هایی از قبیل: عدم دسترسی به حجم بیشتر نمونـه، محدودیت مالی، عدم کنترل میزان استرس و عدم کنترل دقیق تغذیه آزمودنی‌ها روبرو بود. توصیه می‌شود در مطالعات آینده با نمونه‌های آماری بیشتر و کنترل رژیم غذایی دقیق‌تر، تحقیقات مشابه صورت گیرد، تا نتایج کامل‌تری فراهم شود.

نتیجه‌گیری

می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که شش هفته تمرین HIIT ممکن است، سبب کاهش میزان پراکسیداسیون لیپیدی از طریق کاهش معنی‌دار مالوندی‌آلدئید و افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی از طریق افزایش معنی‌دار آنزیم‌های سوپراکسیددیسموتاز و کاتالاز در دوندگان شهر یاسوج شود؛ لذا می‌توان به ورزشکاران رشته‌ی دوومیدانی توصیه کرد که جهت کاهش فشارهای تمرین، کاهش میزان فشار اکسایشی، تقویت سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی و افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، اجرای تمرین HIIT را در برنامه تمرینی خود بگنجانند. ولی برای این که بتوان با قطعیت بیشتری درباره عوامل مؤثر در عرصه‌های ورزشی بحث و نتیجه‌گیری کرد، نیاز به مطالعات بیشتر و دقیق‌تری است.

تشکر و قدردانی

این مطالعه برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد گرایش فیزیولوژی ورزشی دانشگاه سیستان و بلوچستان است که با حمایت مالی دانشگاه انجام گردید، از معاونت محترم پژوهشی، اساتید محترم گروه علوم ورزشی و تمامی ورزشکاران و مسئولین محترم هیأت دوومیدانی شهر یاسوج که با رضایت و داوطلبانه در اجرای این تحقیق همکاری صمیمانه داشتند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

ملاحظات اخلاقی

قبل از انجام، کد اخلاق به شماره IR.USB.REC.1399.017 از کمیته اخلاق دانشگاه سیستان و بلوچستان اخذ گردید. پس از آگاهی کامل آزمودنی‌ها از نحوه اجرای پژوهش، رضایت نامه کتبی را امضا کردند. نتایج آزمایش‌ها به اطلاع هر یک از آزمودنی‌ها رسید و داده‌ها نزد پژوهشگر محفوظ ماند.

تعارض و منافع

نویسندگان مقاله اعلام می دارند که هیچ گونه تضادی در منافع وجود ندارد.

منابع

1. Afrondeh R, Khaja Landi M, Mohammadi R. Comparison of the effect of 6 weeks of aerobic training on catalase and malondialdehyde enzyme activity in heart tissue of healthy and diabetic male Wistar rats treated with streptozotocin. Urmia Medical Journal 2018;30(5):37-346.
2. Kassaee SM, Goodarzi MT, Oshaghi EA. Antioxidant, antiglycation and anti-hyperlipidemic effects of Trigonella foenum and Cinnamon in type 2 diabetic rats. Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products 2018;13(1):e38414. [In Persian]
3. Jehani GR, Firouz Rai M, Mateen Homai H, Tarvardizadeh B, Azarbaijani MA, Motheghi GR, et al. The effect of regular and continuous sports training on the activity of erythrocyte antioxidant enzymes and oxidative stress in young soccer players. Journal of Iran University of Medical Sciences 2010;17(1):74. [In Persian]
4. Martinovic J, Dopsaj V, Kotur-Stevuljevic J, Dopsaj M, Vujovic A, Stefanovic A, et al. Oxidative stress biomarker monitoring in elite women volleyball athletes during a 6-week training period. The Journal of Strength & Conditioning Research 2011;25(5):1360-7.
5. Wang D, Wang J, Liu Y, Zhao Z, Liu Q. Roles of Chinese herbal medicines in ischemic heart diseases (IHD)by regulating oxidative stress. International Journal of Cardiology 2016;220:314-9.
6. Ahmadi Kakavandi M, GHayseri F. The effect of increasing resistance training on malondialdehyde concentration and superoxide desmutase enzyme activity in inactive elderly women. Journal of Paramedical Faculty of Tehran University of Medical Sciences (Piyavard Salamat) 2018;13(2):151-9. [In Persian]
7. Shiravand F, Valipour V, Abbasi Moghadam M. The effect of 8 weeks of high-intensity circuit training on the serum levels of catalase, malondialdehyde and maximal oxygen consumption in women who survived breast cancer. Faiz Scientific-Research Bi-Monthly 2018;23(4):398-406.
8. Nurshahi M, Ebrahim K, Taheri Chadorneshin H. The effect of vitamin E supplementation on the response of angiogenic factor to inhibitory activity. Research in Sports Science, 2010. [In Persian]
9. Parolini M, Iacobuzio R, De Felice B, Bassano B, Pennati R, Saino N. Age-and sexdependent variation in the activity of antioxidant enzymes in the brown trout (Salmo trutta). Fish Physiology and Biochemistry 2019;45(1):145-154.
10. Ebrahimi E, Ramzan Pour MR, Hijazi M. Comparison of the effect of eight weeks of aerobic exercise and consumption on antioxidant enzymes in vitamin C type 2 diabetic men. Horizon Journal of Medical Sciences 2018; 24(2):104-12. [In Persian]
11. Singh Z, Karthigesu IP, Singh P ,Rupinder K. Use of malondialdehyde as a biomarker for assessing oxidative stress in different disease pathologies: a review. Iranian Journal of Public Health 2014;43(3):7-16.
12. Deng H, Wen Q, Luo Y, Huang Y, Huang R. Influence of different extracts from persimmon leaves on the antioxidant activity in diabetic mice. Journal of Central South University Medical Sciences 2012;37(5):469-73.
13. Han-Yao Huang, Lawrence J Appel, Kevin D Croft, Edgar R Miller, III, Trevor A Mori and Ian B Puddey. Effects of vitamin C and vitamin E on in vivo lipid peroxidation: results of a randomized controlled trial1 2002;2,3.
14. Gupt AM, Kumar M, Sharma RK, Misra R, Gup A. Effect of moderate aerobic exercise training on pulmonary functions and Its correlation with the antioxidant status. National Journal of Medical Research 2015;5(2):136-9.
15. Wu G, Fang Y Z, Yang S, Lupton JR, Turner ND. Glutathione metabolism and its implications for health. Journal of Nutrition 2004;134(3):489−92.
16. Delwing-de Lima D, Ulbricht A, Werlang-Coelho C, Delwing-Dal Magro D, Joaquim VHA, Salamaia EM, et al. Effects of two aerobic exercise training protocols on parameters of oxidative stress in the blood and liver of obese rats. Journal of Physiological Sciences 2018;68(5):699-706.
17. Freitas DA, Rocha-Vieira E, Soares BA, Nonato LF, Fonseca SR, Martins JB, et al. High intensity interval training modulates hippocampal oxidative stress, BDNF and inflammatory mediators in rats. Physiol Behav 2018;184:6-11.
18. Parastesh M, Yousefvand Z, Moghadasi S. Comparison of the effect of moderate-intensity interval training (MICT) and high-intensity interval training (HIIT) on testicular structure, serum level of malondialdehyde and total antioxidant capacity of male diabetic rats. Daneshvar Medicine 2020;27(2):27-40. [In Persian]
19. Rai S, Chowdhury A, Reniers RLEP, Wood SJ, Lucas SJE, Aldred S. A pilot study to assess the effect of acute exercise on brain glutathione. Free radical research 2018;52(1):57-69.
20. Peterson J, Dwyer J, Adlercreutz H, Scalbert A, Jacques P, McCullough ML. Dietary lignans: physiology and potential for cardiovascular disease risk reduction. Nutrition Reviews 2010;68(10):571- 603.
21. Jesudason DR, Dunstan K, Leong D, Wittert GA. Macrovascular risk and diagnostic criteria for type 2 diabetes implications for the use of FPG and HbA1c for cost-effective screening. Diabetes Care 2003;26(2):485-90.
22. Valadoa A, Tavaresb P, Pereirac L, Ribeiroa F. Anaerobic exercise and oxidative stress effect of the intense exercise on nitric oxide and

malondialdehyde. Int Conference on Cellular &Molecular Biology-Biophysics & Bioengineering; Greece 2007;3(2):26-8.
23. Woodside J W, Young I S, Yarnell . Antioxidants, but not B-group vitamins, increase the resistance of low-density lipoprotein to oxidation: a randomized, factorial design, placebo-controlled trial. Atherosclerosis 1999;144:419-27.
24. Mogharabian N, Khaksari M, Eslami T, Ahmadian Chashmi N, Khastar H. Evaluation of Protective Effects of Usnic Acid in Cisplatin Induced Nephrotoxicity in Rats. Journal of Knowledge & Health in Basic Medical Sciences 2020;15(2):10-15. [In Persian]
25. Fisher-Wellman K, Bloomer RJ. Acute exercise and oxidative stress: a 30 year history. Nicotine & Tobacco Research 2009;11(1):3-11.
26. Leaf-nosed bat. Encyclopædia Britannica: Encyclopædia Britannica Online; 2009.
27. Modir M, Daryanoosh F, Mohamadi M, Firouzmand H. The effects of short and middle times aerobic exercise with high intensities on ingredients antioxidant in female Sprague Dawley rats. Medical Journal of Mashhad University of Medical Sciences 2014;57(3):587-95. [In Persian]
28. Tahiri Chadorneshin H, Sahat M. The effect of two weeks of vitamin E consumption on the response of cell adhesion molecules to the inhibitory activity. Sports Biology Journal 2012;4(10):25-41. [In Persian]
29. Suh S, Jeong IK, Kim MY, Kim YS, Shin S, Kim SS, et al. Effects of resistance training and aerobic exercise on insulin sensitivity in overweight korean adolescents: a controlled randomized trial. Diabetes & Metabolism Journal 2011;35(4):418-26.
30. Kaneto H, Kawamori D, Matsuoka T-a, Kajimoto Y, Yamasaki Y. Oxidative stress and pancreatic β-cell dysfunction. American Journal of Therapeutics 2005;12(6):529-33.
31. Kim HJ, Lee HJ, So B, Son JS, Yoon D, Song W. Effect of aerobic training and resistance training on circulating irisin level and their association with change of body composition in overweight/obese adults: a pilot study. Physiological research 2016;65(2):271-9.
32. 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 & Redox Signaling 2013;18(10):1208-46.
33. Rai S, Chowdhury A, Reniers RLEP, Wood SJ, Lucas SJE, Aldred S. A pilot study to assess the effect of acute exercise on brain glutathione. Free Radical Research 2018;52(1):57-69.
34. Bogdanis GC, Stavrinou P, Fatouros IG, 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 and Chemical Toxicology 2013;61:171-7.
35. Souza-Silva AA, Moreira E, de Melo-Marins D, Schöler CM, de Bittencourt Jr PIH, Laitano O. High intensity interval training in the heat enhances exercise-induced lipid peroxidation, but prevents protein oxidation in physically active men. Temperature 2016;3(1):167-75.