

اثر هشت هفته تمرین بی‌هوای فزاینده میان مدت بر سطح سرمی آنزیم‌های سوپر اکسید دیسموتاز و کاتالاز موش‌های صحرایی

مهدی مدیر^۱، دکتر فرهاد دریانوش*^۲، هنگامه فیروزمند^۳، حمزه یوسفی^۱

۱- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. ۲- دانشیار، بخش تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. ۳- کارشناس ارشد زیست شناسی، بخش تحقیقات و توسعه شرکت داروسازی ثامن، مشهد، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: فعالیت‌های جسمانی متفاوت بر روی سیستم ضد اکسایشی موثرند. انتخاب مناسب نوع، زمان و شدت تمرین در جهت ارتقاء سطح سلامت جامعه ضروری به نظر می‌رسد. این مطالعه به منظور تعیین اثر هشت هفته تمرین بی‌هوای فزاینده میان مدت بر سطح سرمی آنزیم‌های سوپر اکسید دیسموتاز (SOD) و کاتالاز (CAT) موش‌های صحرایی ماده انجام شد.

روش بررسی: در این مطالعه تجربی ۳۰ سر موش صحرایی ماده به طور تصادفی در دو گروه کنترل و بی‌هوای تقسیم شدند. برنامه تمرینی به مدت ۸ هفته، کنترل (بدون فعالیت)، تمرین بی‌هوای (هفته ای ۳ جلسه با سرعت ۲۴ تا ۳۰ متر در دقیقه، شیب ۵ تا ۱۵ درجه و مدت ۳۰ ثانیه) اجرا شد. سطح سرمی آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز و کاتالاز با استفاده از روش الیزا اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: سطح سرمی آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز (U/ml) در گروه کنترل و بی‌هوای فزاینده به ترتیب 9.8 ± 1.2 و 10.9 ± 1.1 تعیین شد ($P < 0.05$). همچنین سطح سرمی آنزیم کاتالاز (U/ml) در گروه کنترل و بی‌هوای فزاینده به ترتیب 5.1 ± 0.2 و 4.8 ± 0.2 تعیین شد که از نظر آماری معنی‌دار نبود.

نتیجه‌گیری: تمرین بی‌هوای فزاینده در میان مدت، سبب افزایش اثرگذاری در سطح سرمی آنزیم ضد اکسایشی SOD می‌شود.

کلید واژه‌ها: تمرین بی‌هوای، سوپر اکسید دیسموتاز، کاتالاز، موش صحرایی

* نویسنده مسؤول: دکتر فرهاد دریانوش، پست الکترونیکی daryanoosh@shirazu.ac.ir

نشانی: دانشگاه شیراز، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، بخش تربیت بدنی، تلفن ۱۶۱۳۴۶۳۴-۰۷۱، شماره ۱۶۲۷۲۷۴۸

وصول مقاله: ۱۳۹۳/۸/۱۸، اصلاح نهایی: ۱۳۹۴/۵/۴، پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۱۰/۲۰

مقدمه

شامل آنزیم‌های کاتالاز (CAT)، سوپر اکسید دیسموتاز (SOD)، گلوکاتیون پراکسیداز است که به عنوان ضد اکسایش‌های آنزیمی و همچنین ضد اکسایش‌های غیر آنزیمی (ویتامین‌های A، E، C، گلوکاتیون، فلاونوئیدها و یوبی کینون) شناخته می‌شوند (۳). بر حسب مکانیسم‌های عملکردی، عوامل ضد اکسایشی می‌توانند از چندین مسیر وظایف خود را انجام دهند. آنها می‌توانند به عنوان ضد اکسایش‌های پیشگیری کننده، پاک کننده و ترمیم کننده تقسیم شوند. ضد اکسایش‌های آنزیمی به عنوان ضد اکسایش‌های پیشگیری کننده و اولین خط دفاعی بدن در برابر گونه‌های فعال اکسیژن و رادیکال‌های آزاد هستند (۴). با این حال استرس اکسایشی، نتیجه عدم تعادل بین تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن و ظرفیت دفاع ضد اکسایشی بدن است (۵). نکته حائز اهمیت آن است که مکانیسم‌های تولید رادیکال‌های آزاد، منحصر به فرد نیستند و ممکن است از چندین مسیر توأم با یکدیگر، رادیکال‌های آزاد تولید شوند.

اجرای فعالیت‌های ورزشی با افزایش مصرف اکسیژن، باعث پراکندگی مولکول‌ها و گونه‌های مختلف اکسیژن در بدن می‌شود. گونه‌های اکسیژن فعال مانند رادیکال‌های آزاد به عنوان فرآورده‌های انبئ متابولیسم اکسیژن در شرایط عادی بدن هستند که فعال بوده و در صورت تولید نامتعادل سبب بروز استرس اکسایشی شده و با ایجاد اختلال در تعادل اکسیدانت‌ها و آنتی‌اکسیدانت‌ها، می‌توانند باعث تخریب غشاهای سلولی شوند. همچنین قادر به واکنش با مواد ژنتیکی هستند که موجب بروز و پیشرفت بسیاری از بیماری‌ها و منجر به آسیب بافتی می‌شوند (۱). ورزش با شدت بالا منجر به جابه‌جایی محل نوتروفیل‌ها به عضله اسکلتی فعال می‌شود که منجر به استرس اکسایشی می‌شود. سطح بالای نوتروفیل سرمی می‌تواند بلافاصله بعد از ورزش افزایش یابد (۲). با این حال بدن در برابر رادیکال‌های آزاد مجهز به یک سیستم دفاعی پرکار ضد اکسایشی

دیسموتاز و کاتالاز در گروه‌ها مشاهده نشد (۱۶). همچنین در مطالعه Selamoglu و همکاران که به بررسی اثرات تمرینات هوازی و بی‌هوازی بر میزان سطوح پراکسیداسیون لیپیدی و فعالیت آنزیم‌های ضد اکسایشی پرداخته شده بود؛ هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری در فعالیت سوپراکسید دیسموتاز در گروه‌ها مشاهده نشد (۱۷). حال آن‌که De Moffarts و همکاران افزایش در فعالیت سوپراکسید دیسموتاز را در اسب‌ها بعد از ۱۲ هفته تمرین هوازی و بی‌هوازی مشاهده کردند (۱۸). همچنین در مطالعه Inal و همکاران که به بررسی اثر متابولیسم هوازی و بی‌هوازی بر تولید رادیکال‌های آزاد در شناگران پرداخته شده بود؛ فعالیت کاتالاز در اولین دقیقه بعد از شنا در مقایسه با سطوح پیش از شنا افزایش یافت. با این حال در دقایق ۲۰ و ۶۰ شای اینتروال در مقایسه با اولین دقیقه بعد از شنا اینتروال، در هر دو مسافت ۱۰۰ و ۸۰۰ متر کاهش یافت (۱۹). فعالیت شدید و کوتاه مدت، پراکسیداسیون لیپیدی و به دنبال آن سطوح سرمی آنزیم‌های ضد اکسایشی را افزایش می‌دهند (۲۰) و در برخی مطالعات نیز حاکی از کاهش ظرفیت ضد اکسایشی تام (TAC) در نتیجه تمرینات کوتاه مدت شدید بوده است. همچنین مطالعات در طول دو دهه گذشته اشاره داشته است که در طول تمرینات شدید، تولید ROS تا سطوحی افزایش می‌یابد که سیستم دفاع ضد اکسایشی را درهم می‌شکند (۲۱). در این رابطه Saritas و همکاران که اثرات آزمون ۱۲ دقیقه‌ای دویدن شدید را بر روی استرس اکسایشی و فعالیت آنزیم‌های ضد اکسایشی مردان جوان تمرین کرده و سالم بررسی کردند؛ هیچ تفاوت معنی‌داری را در فعالیت سوپراکسید دیسموتاز بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از تمرین در مشاهده نکردند (۲۲).

با این حال، در مطالعه Vincent و همکاران که روی موش‌های نژاد اسپرآگوداولی انجام شد؛ به دنبال ۵ روز دویدن با شدت ۶۵ درصد Vo2max، افزایش در سطوح سرمی سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز رخ داد (۲۳). تحقیقات نشان داده‌اند تمرینات شدید، فشار اکسایشی را در هر دو جنس افزایش می‌دهند (۲۴). با این حال چگونگی تغییرات در بافت‌های مختلف بدن و زمان آن، هنوز به طور کامل روشن و مشخص نیست. با وجود تحقیقات متعددی که در خصوص تمرینات ورزشی و تولید رادیکال‌های آزاد صورت گرفته؛ اما اکثر آنها در ارتباط با یک نوع تمرینی خاص (بدون اصل اضافه بار)، به صورت حاد و یا طولانی مدت بوده است و تحقیقاتی که تغییرات میزان آنزیم‌های ضد اکسایشی را در تمرین بی‌هوازی فزاینده (با ماهیت سوخت و ساز بی‌هوازی) در یک دوره زمانی معین (میان مدت) و در جنس ماده بررسی کرده باشند؛ اندک و در عین حال متضاد هستند. لذا این مطالعه به منظور تعیین اثر هشت هفته تمرین بی‌هوازی فزاینده میان مدت بر سطح سرمی آنزیم‌های سوپر

زمان شروع این تغییرات در بافت‌های مختلف بدن و چگونگی آن هنوز به طور کامل روشن نیست. یک جلسه فعالیت ورزشی، با توجه به مدت و شدت می‌تواند باعث ایجاد شدت‌های متفاوت آسیب اکسایشی شود. این در حالی است که فعالیت‌های ورزشی همانند یک تیغ دولبه عمل می‌کنند. از یک سو با افزایش فشار اکسایشی، احتمال تشکیل رادیکال‌های آزاد مضر را افزایش می‌دهند و از طرف دیگر با القای آنزیم‌های ضد اکسایشی، سبب کاهش رادیکال‌های آزاد نیز می‌شوند (۶). با توجه به این که برخی از مطالعات نتایج متفاوتی را بر روی سیستم ضد اکسایشی با توجه به شدت و مدت تمرین گزارش کرده‌اند؛ به نظر می‌رسد؛ شدت، مدت، نوع فعالیت ورزشی، جنسیت و نژاد اثرات متفاوتی را در بروز آسیب‌های اکسایشی و به دنبال آن سیستم ضد اکسایشی داشته باشد (۷). پژوهش‌های متعدد نشان داده‌اند تمرینات هوازی شدید (۸) و تمرینات بی‌هوازی منتج به افزایش فشار اکسایشی در گروه‌های مختلف می‌شود. با این حال به نظر می‌رسد تمرینات بی‌هوازی ممکن است اثرات متفاوتی بر روی فشار اکسایشی داشته باشند (۹). همچنین در ارتباط با اثر جنسیت بر روی سیستم ضد اکسایشی نشان داده شده است که موش‌های نر نه تنها تولید پراکسیداز بیشتری نسبت به ماده‌ها دارند؛ بلکه محافظت کمتری به وسیله یک تیول مهم سلولی همانند گلوکوتایون دارند. تخریب اکسیداتیوی DNA میتوکندریایی تقریباً در موش‌های نر بالاتر از موش‌های ماده است (۱۰). تفاوت‌های عمیقی در پاسخ‌های ضد اکسایشی در موش‌های با سن و جنسیت متمایز قابل مشاهده است. به طوری که نرها سطوح کمتری از آنزیم‌های ضد اکسایشی از قبیل سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و گلوکوتایون ردوکناز را نشان داده‌اند (۱۱). موش‌های ماده سطح سرمی سیتوکروم C اکسیداز بالاتری را نشان داده‌اند و به تبع آن تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) (reactive oxygen species) میتوکندریایی نیز کمتر است. به علاوه آنها یک افزایش در ظرفیت سم‌زدایی ROSها را با افزایش سطح سرمی سوپراکسید دیسموتاز و گلوکوتایون پراکسیداز نشان داده‌اند (۱۰). در ارتباط با اثرات هورمونی شواهد قابل توجهی از نقش استروژن در کاهش فشار ضد اکسایشی وجود دارد (۱۲).

برخی از مطالعات آزمایشگاهی افزایش فعالیت آنزیم‌های ضد اکسایشی را بعد از تمرینات گزارش کرده‌اند (۱۳) و برخی دیگری از مطالعات تغییری نشان ندادند (۱۴) یا حتی کاهش نشان داده‌اند (۱۵). بحث‌های بسیاری در این زمینه وجود دارد. در مطالعه پیشین این گروه تحقیقاتی که به بررسی اثرات تمرینات هوازی فزاینده شدید کوتاه و میان مدت بر سطوح سرمی آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز موش‌های صحرائی ماده پرداخته شده بود؛ هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری در سطح سرمی سوپراکسید

اکسید دیسموتاز (SOD) و کاتالاز (CAT) موش‌های صحرایی ماده انجام شد.

روش بررسی

این مطالعه تجربی در آزمایشگاه حیوانات دانشگاه علوم پزشکی شیراز طی سال ۱۳۹۲ انجام شد. بدین منظور تعداد ۳۰ سر موش ماده نژاد اسپراگوداولی با میانگین سنی ۲ ماه و وزن 197 ± 10 گرم تهیه شده از آزمایشگاه حیوانات دانشگاه علوم پزشکی شیراز انتخاب شدند. موش‌ها در قفس‌های (پلی کربنات به ابعاد $47 \times 27 \times 20$ سانتی‌متر) مجزا (هر قفس ۵ سر)، به صورت ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی با دمای ۲۰ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد، رطوبت ۴۵ تا ۵۵ درصد نگهداری شدند و تغذیه آنها با بسته‌های مواد غذایی موش‌ها که به صورت استاندارد تهیه شده بود و حاوی دانه‌های جویدنی شامل کلسیم و فسفر بود انجام شد. حیوانات به آب دسترسی آزاد داشتند. این تحقیق بر اساس اصول مراقبت از حیوانات آزمایشگاهی (NIH-Publication) انجام شد.

موش‌ها به‌طور تصادفی در ۲ گروه ۱۵ تایی کنترل و تمرین بی‌هوای فزاینده (۸ هفته‌ای) تقسیم شدند. گروه کنترل هیچ‌گونه فعالیت ورزشی انجام نداد. موش‌های گروه مداخله، تمرینات را به مدت ۸ هفته مطابق جدول یک (بی‌هوای) انجام دادند.

جدول ۱: برنامه هشت هفته‌ای تمرین بی‌هوای

| جلسات تمرین | تعداد ست‌ها | سرعت (دقیقه/متر) | شیب (درجه) | مدت هر ست (ثانیه) | استراحت بین هر ست (دقیقه) |
|-------------|-------------|------------------|------------|-------------------|---------------------------|
| ۱-۶ | ۳ | ۲۴ | ۵ | ۳۰ | ۱ |
| ۷-۸ | ۴ | ۲۴ | ۵ | ۳۰ | ۱ |
| ۹-۱۲ | ۴ | ۲۷ | ۱۰ | ۳۰ | ۱ |
| ۱۳-۱۶ | ۵ | ۲۷ | ۱۰ | ۳۰ | ۱ |
| ۱۷-۱۸ | ۵ | ۳۰ | ۱۵ | ۳۰ | ۱ |
| ۱۹-۲۴ | ۶ | ۳۰ | ۱۵ | ۳۰ | ۱ |

یک هفته قبل از شروع تمرینات موش‌های گروه‌های تمرین برای از بین رفتن استرس و آشنایی با تردمیل حیوانات (۱۰ خط) ساخت دانشگاه شیراز، به مدت یک هفته (سرعت ۵ متر بر دقیقه، شیب صفر درجه و مدت زمان ۱۰ دقیقه) شروع به فعالیت کردند که در پایان دوره آشنایی با تردمیل سرعت به ۱۰ متر بر دقیقه، شیب به ۵ درجه و مدت زمان به ۱۵ دقیقه افزایش یافت.

برای بررسی تغییرات آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز و کاتالاز خارج سلولی، موش‌ها بلافاصله پس از آخرین جلسه تمرینی با مخلوطی از زایلازین و کتامین (مقدار ۸۰ به ۱۰ میلی‌گرم کتامین به زایلازین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) بیهوش شدند و نمونه‌های خونی (۴ سی سی خون) مستقیماً از قلب گرفته شد. برای جلوگیری از تغییر ترکیبات خون، نمونه‌های گرفته شده بلافاصله

پس از آخرین جلسه تمرین در محل انجام آزمون در لوله‌های آغشته به EDTA (ماده ضد انعقادی) برای بررسی فعالیت آنزیم‌ها ریخته شدند و در سانتریفوژ یخچال‌دار با ۴ درجه سانتی‌گراد در ۳۵۰۰ دور به مدت ۱۵ دقیقه برای جدا سازی پلاسما از خون، قرار گرفتند. رسوب گلبول‌ها پس از جداسازی پلاسما سه بار با سرم فیزیولوژی (سدیم کلراید ۹ درصد) شسته شد و سپس با افزودن آب مقطر سرد به نسبت ۱ به ۵ رقیق و لیز شدند و همولیزات حاصله در حجم‌های ۰/۵ میلی‌لیتر و در ۸۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان آزمایش نگهداری شدند. اندازه‌گیری میزان سرمی آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز و کاتالاز خارج سلولی به روش ELISA (۴۴۰ تا ۴۶۰ نانومتر) و توسط کیت Chemicals Cayman ساخت کشور کانادا انجام پذیرفت. لازم به ذکر است برای جلوگیری از اثرات هورمونی در نتیجه کلی تحقیق و قابلیت تعمیم آن، موش‌های ماده با تزریق هورمون‌های جنسی همزمان‌سازی (Synchronization) شدند تا مانع از اثرات هورمونی در نتیجه تحقیق شود؛ سپس وارد مطالعه شدند تا همه موش‌ها در فاز استروس قرار داشته باشند.

برای محاسبه میانگین و انحراف معیار داده‌ها از آمار توصیفی و برای بررسی تفاوت بین گروهی از آزمون تی مستقل استفاده شد. سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد و برای عملیات آماری از نرم‌افزار SPSS-16 استفاده شد. نمودارها با استفاده از Graph pad ترسیم شدند.

یافته‌ها

وزن موش‌ها در مدت ۸ هفته تمرین و یک هفته آشنایی با محیط آزمایشگاه به 267 ± 20 گرم رسید. میانگین سطح سرمی آنزیم SOD در گروه تمرین بی‌هوای $109/1 \pm 17/3$ U/ml (حدود ۱۰ درصد افزایش) و کنترل $98/8 \pm 12/8$ U/ml بود (جدول ۲).

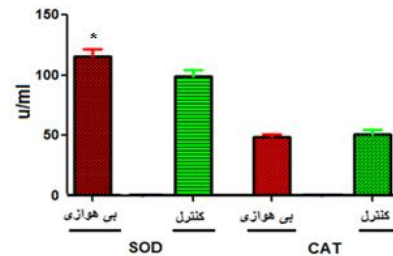
جدول ۲: میانگین فعالیت آنزیم SOD و CAT در دو گروه کنترل و بی‌هوای

| گروه | SOD (U/ml) | CAT (U/ml) |
|---------------|------------------|----------------|
| کنترل | $98/8 \pm 12/8$ | $51/4 \pm 7/2$ |
| تمرین بی‌هوای | $109/1 \pm 17/3$ | $48/4 \pm 4/2$ |

اندازه T برای سطح سرمی آنزیم SOD، $2/64$ بود که بین گروه تمرین بی‌هوای و کنترل تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P < 0/011$). از طرف دیگر، میانگین سطح سرمی آنزیم CAT در گروه تمرین بی‌هوای $48/4 \pm 4/2$ U/ml (حدود ۶ درصد کاهش) و کنترل $51/4 \pm 7/2$ U/ml بود (جدول ۲). اندازه T برای سطح سرمی آنزیم CAT، $1/84$ بود که در گروه تمرین بی‌هوای در مقایسه با گروه کنترل کاهش نشان داد؛ با این حال تفاوت معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد.

ضد اکسایشی در مواجهه با محصول ROS به اندازه کافی پدیدار می شود (۲۷). نکته حائز اهمیت آن است که ایجاد هر نوع سازگاری در نتیجه نوع پروتکل تمرینی به طور آهسته و به مرور زمان و به صورت موازی با دیگر سازگاری های ورزشی رخ می دهد. افزایش معنی دار آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در تمرینات بی هوازی فزاینده، می تواند ناشی از بهبود سیستم ضد اکسایشی به دنبال انجام این نوع پروتکل تمرینی باشد و یا در نتیجه افزایش رادیکال سوپراکسید به واسطه این نوع پروتکل تمرینی باشد. با توجه به این که در تمرینات ورزشی خصوصاً تمرینات بی هوازی فزاینده، تولید رادیکال های آزاد افزایش می یابد (۳۰). همچنین اشاره شده است که سازگاری به تمرینات منظم می تواند منتج به یک افزایش در سیستم دفاع ضد اکسایشی شود. تمرینات منظم موجب سازگاری ضد اکسایشی و ترمیم سیستم ها می شود که می تواند در نتیجه به کاهش سطوح پایه تخریب اکسایشی و افزایش مقاومت به فشار اکسایشی منجر شود (۲۷). تمرینات بی هوازی نوعی از تمرینات است که شامل انواع زیادی از فعالیت های ورزشی نظیر دوهای سرعت، پرش ها و تمرینات مقاومتی است (۶). تمرینات دو کوتاه مدت و طاقت فرسا به عنوان نوعی از تمرینات بی هوازی منجر به پراکسیداسیون لیپیدی نمی شود و در این نوع تمرینات طاقت فرسا استرس اکسیداتیو به وجود آمده ممکن است مربوط به مدت زمان تمرینات باشد (۳۱). به عبارتی به نظر می رسد؛ تنظیم میزان فعالیت آنزیم های ضد اکسایشی در نتیجه تمرینات ورزشی به میزان زیاد فشار اکسایشی در عضلات اسکلتی وابسته باشد. در توجیه اثرات زمان و شدت تمرین بر فعالیت آنزیم های ضد اکسایشی در این پروتکل تمرینی می توان گفت زمانی که هفته اول و هشتم برنامه تمرینی بی هوازی فزاینده مورد مقایسه قرار می گیرد؛ مشاهده می شود شدت و مدت برنامه تمرینی متفاوت است. برای مثال زمانی که هفته اول با هفته هشتم تمرین مقایسه می شود؛ سرعت در حدود ۲۰ درصد، شیب ۱۵۰ درصد و مدت تمرین در اغلب ست ها ۱۰۰ درصد افزایش پیدا کرده است. با توجه به افزایش معنی دار آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در تمرین بی هوازی به نظر می رسد بین شدت تمرین (سرعت و شیب) و زمان تمرین، مدت زمان تمرین عامل بسیار مهم تری در افزایش فشار اکسایشی و تولید آنزیم های ضد اکسایشی در این تحقیق بوده است. از طرفی نشان داده شده است همچنان که شدت تمرینات افزایش می یابد؛ دفاع های ضد اکسایشی در مدت زمان طولانی تری سازگاری می یابند که به طور بالقوه می تواند منتج به تخریب اکسایشی در بافت های مجاور شود (۲۷). همچنین با توجه به این که اصل اضافه بار در برنامه های تمرینی یک ویژگی مهم و ضروری است؛ می توان گفت در این برنامه این موضوع رعایت شده است. احتمالاً با افزایش بیشتر در

هشت هفته تمرین بی هوازی فزاینده موجب افزایش معنی دار در سطح سرمی آنزیم ضد اکسایشی SOD در مقایسه با گروه کنترل شد. همچنین سطح سرمی آنزیم ضد اکسایشی CAT نسبت به گروه کنترل کاهش نشان داد؛ ولی از لحاظ آماری تفاوت معنی داری بین گروه ها مشاهده نشد (نمودار یک).



نمودار ۱: میانگین فعالیت آنزیم SOD-CAT در دو گروه کنترل و بی هوازی (* $P < 0.05$)

بحث

با توجه به نتایج این مطالعه ۸ هفته تمرین بی هوازی فزاینده سبب افزایش معنی داری در سطح سرمی آنزیم ضد اکسایشی سوپراکسید دیسموتاز نسبت به گروه کنترل شد. در حالی که آنزیم کاتالاز در گروه تمرین بی هوازی فزاینده کاهش غیر معنی داری را نسبت به گروه کنترل نشان داد. نتایج مطالعه حاضر در خصوص اثر تمرین بر روی آنزیم سوپراکسید دیسموتاز با نتایج مطالعه De Moffarts و همکاران (۱۸) و Cardoso و همکاران هم خوانی دارد (۲۵)؛ اما با نتایج تحقیق Selamoglu و همکاران همسو نیست (۱۷). تولید ROS به عنوان معرفی کننده استرس اکسیداتیو، ممکن است با عوامل گوناگونی مرتبط باشد که شامل افزایش جریان اکسیژن از طریق زنجیره انتقال الکترونی، فشارهای مکانیکی، حالت های کم خونی (به خصوص در عضلات اسکلتی غیر فعال و بافت اندام های بی بهره از جریان خون در طول تمرینات شدید)، تغییرات در متغیرهای خونی است (۲۶). با این حال افزایش در رادیکال های آزاد و ROS در طول تمرینات بی هوازی می تواند از مسیرهای شبیه به تمرینات هوازی به وقوع بپیوندد (۲۷). شیوه های تمرینی مختلف (هوازی و بی هوازی) بر روی راه های متفاوت متابولیکی برای تولید ATP تاکید دارند و توانایی به وجود آوردن تغییرات مشخص چندگانه ای را درون سیستم های بیولوژیکی دارند. در هنگام انجام تمرینات شدید (به خصوص هوازی)، تولید گونه های اکسیژن فعال شده افزایش می یابد و تصور بر این است که منبع اصلی این گونه مواد، میتو کندری سلول های عضلات فعال است (۲۸). به عبارتی با افزایش شدت فعالیت بدنی استرس اکسیداتیو، پراکسیداسیون لیپیدی و بی تعادلی سیستم دفاع ضد اکسایشی رخ می دهد (۲۹). هر چند نشان داده شده در طول پروتکل های تمرینی با شدت کم، دفاع

بر طبق یافته‌های Fisher-Wellman و Bloomer در پاسخ به وضعیت‌های فیزیکی شدید، ظرفیت ضد اکسایشی بدن ممکن است به طور موقت کاهش یابد؛ بعد از آن که این عناصر در جهت حذف محصولاتی رادیکالی مضر به کار برده شدند که این کاهش از لحاظ زمانی وابسته به شدت تمرینات است (۳۵).

در ارتباط با افزایش معنی دار در سطوح آنزیم SOD در تحقیق حاضر، می‌توان بیان داشت که در گروه تمرین بی‌هوای فزاینده با توجه به رعایت اصل اضافه بار افزایش در سطح آنزیم مذکور می‌تواند نشان‌دهنده فشار اکسایشی مناسب باشد که همزمان بر روی سیستم ضد اکسایشی نیز اثر گذار بوده است. حال آن که با پیدایش سازگاری در نتیجه تمرینات منظم، به نظر می‌رسد نیاز بدن به راهسازی آنزیم مذکور کمتر خواهد شد و این میزان توانایی لازم برای کاتالیز واکنش‌های مربوطه را خواهد داشت و به نوعی تنظیم مطلوب دست پیدا می‌کند. به عبارتی در پروتکل تمرین بی‌هوای فزاینده، مدت و شدت تمرین کفایت لازم برای ایجاد استرس اکسایشی مناسب در جهت تحریک سیستم ضد اکسایشی را داشته است. همچنین در ارتباط با کاهش (البته غیر معنی‌دار) فعالیت کاتالاز می‌توان بیان داشت فعالیت کاتالاز توسط کاهش در تبدیل محصول سوپراکسید به پراکسید هیدروژن توسط افزایش در فعالیت SOD می‌تواند محدود شده باشد. بنابراین به نظر می‌رسد در این راستا اندازه‌گیری سطوح رادیکال‌های آزاد می‌تواند کمک‌کننده باشد. تغییرات آنزیم‌های ضد اکسایشی در الگوهای تمرینی مختلف با توجه به نوع تمرین (شدت و مدت) و بافتی که برای تحقیق به کار گرفته می‌شود و نیز جنسیت، در نتایج تحقیقات اثر به‌سزایی دارد. این تغییرات در بافت‌های مختلف از الگوی متفاوتی پیروی می‌کند که هنوز الگوی مشخصی برای این تغییرات شناخته نشده است.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که تمرین بی‌هوای فزاینده در میان مدت، سبب افزایش اثرگذاری در سطح سرمی آنزیم ضد اکسایشی SOD می‌شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان‌نامه آقای مهدی مدیر برای اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته تربیت بدنی گرایش فیزیولوژی ورزش از دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، بخش تربیت بدنی دانشگاه شیراز بود و با همکاری دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی شیراز انجام شد. بدین وسیله از مرکز آزمایشگاه حیوانات دانشگاه علوم پزشکی شیراز که ما را در انجام این مطالعه یاری نمودند؛ تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

مدت زمان یا شدت تمرین در تحقیقات آتی بهتر بتوان پاسخ این دو ضد اکسایش را به شدت و مدت فعالیت ورزشی بررسی کرد. به عبارتی در توجیه افزایش معنی دار در میزان فعالیت آنزیم SOD در تمرین بی‌هوای فزاینده می‌توان چنین بیان داشت که احتمالاً افزایش بیشتر فعالیت SOD به دنبال ۸ هفته تمرین بی‌هوای، نتیجه افزایش بیشتر پراکسیداسیون لیپیدی و تولید رادیکال سوپراکسید است و میزان تولید ROS را در بافت‌های فعال افزایش داده است.

نتایج پژوهش حاضر در خصوص اثر تمرین بر روی آنزیم کاتالاز با نتایج Lekhi و همکاران (۳۲) و de Castro و همکاران همسو (۳۳) اما با نتایج Mignini و همکاران (۳۴) و Fisher-Wellman و Bloomer همسو نیست (۳۵). تاثیر تمرینات مستمر بر روی فشار اکسایشی و سیستم ضد اکسایشی در چندین مطالعه ارزیابی شده است که نتایج حاکی از آن است که این تمرینات منجر به کاهش فعالیت کاتالاز (۳۶) و افزایش فعالیت سوپر اکسید دیسموتاز می‌شود (۳۷). سوپر اکسید دیسموتاز آنزیمی توانا در کاهش رادیکال سوپراکسید به پراکسید هیدروژن بوده که این رادیکال تحت عملکرد آنزیم کاتالاز است. زمانی که یک سلول افزایش در سطوح سوپراکسید دیسموتاز را بدون یک افزایش متناسب در پراکسیداز دارد؛ سلول با چالش افزایش بیش از حد پراکسید مواجه می‌شود. این پراکسید می‌تواند با فلزات انتقالی واکنش دهد و تولید رادیکال هیدروکسیل نماید. به محض تشکیل رادیکال هیدروکسیل در سیستم بیولوژیکی، می‌تواند تقریباً با سرعت، به هر مولکول زیستی نزدیک خودش وارد واکنش شود. با وجود این، به دلیل فعالیت زیاد رادیکال هیدروکسیل و نیمه عمر اندک آن در سیستم بیولوژیکی، این‌گونه توانایی واکنش با مولکول‌های دور از محل تشکیل خود را ندارد. بنابراین اثر ویرانگر رادیکال هیدروکسیل که جزء مضرترین رادیکال‌ها است؛ با توجه به جایگاه اختصاصی است (۳۸). این موضوع به وسیله سوپراکسید دیسموتاز و Transfection ژن کاتالاز (ترکیب DNA خارجی به ژنوم سلول‌های حیوانی یا انسانی کشت شده از طریق انتقال مستقیم ژن) به خوبی در مدل‌های *ex vivo* اثبات شده است که به اثر فعالیت زنگوله‌وار سوپراکسید دیسموتاز اشاره دارد (۳۹). این نتایج نشان می‌دهد بیان بیش از حد SOD بدون یک افزایش جبرانی در میزان CAT، اثر زیان باری بر روی سلول دارد (۴۰). این عدم تعادل در نهایت می‌تواند به دو رویداد نسبت داده شود؛ الف) افزایش مولکول‌های التهابی بعد از تمرین که به وسیله افزایش mRNA سوپراکسید دیسموتاز مشخص می‌شود (۳۷). ب) فعالیت CAT می‌تواند به وسیله محصول سوپراکسید در طول تمرین مهار شود (۴۱).

References

- Gomez-Cabrera MC, Domenech E, Viña J. Moderate exercise is an antioxidant: upregulation of antioxidant genes by training. *Free Radic Biol Med.* 2008 Jan; 44(2): 126-31. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2007.02.001
- Quindry JC, Stone WL, King J, Broeder CE. The effects of acute exercise on neutrophils and plasma oxidative stress. *Med Sci Sports Exerc.* 2003 Jul; 35(7):1139-45.
- Sen C, Packer L, Hänninen O. *Handbook of Oxidants and Antioxidants in Exercise.* 1st ed. Amsterdam: Elsevier Science. 2000; pp: 177-94.
- Niki E. Assessment of antioxidant capacity in vitro and in vivo. *Free Radic Biol Med.* 2010 Aug; 49(4):503-15. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2010.04.016
- Atalay M, Laaksonen DE. Oxidative stress and Antioxidants in Exercise. *J Sports Sci Med.* 2002 Mar; 1(1): 1-14.
- Radak Z, Chung HY, Goto S. Systemic adaptation to oxidative challenge induced by regular exercise. *Free Radic Biol Med.* 2008 Jan; 44(2): 153-9. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2007.01.029
- Chevon S, Moran DS, Heled Y, Shani Y, Regev G, Abbou B, et al. Plasma antioxidant status and cell injury after severe physical exercise. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2003 Apr; 100(9): 5119-23.
- Benitez-Sillero JD, Perez-Navero JL, Tasset I, Guillen-Del Castillo M, Gil-Campos M, et al. Cardiorespiratory fitness and oxidative stress: effect of acute maximal aerobic exercise in children and adolescents. *J Sports Med Phys Fitness.* 2011 Jun; 51(2): 204-10.
- Revan S. Effects of acute high-intensity aerobic and anaerobic exercise on oxidative damage to lipids, proteins and DNA in untrained subjects. *Afr J Pharm Pharmacol.* 2011; 5(10): 1321-26. doi: 10.5897/AJPP11.456
- Vina J, Borras C, Gomez-Cabrera MC, Orr WC. Part of the series: from dietary antioxidants to regulators in cellular signaling and gene expression. Role of reactive oxygen species and (phyto) oestrogens in the modulation of adaptive response to stress. *Free Radic Res.* 2006 Feb; 40(2): 111-9.
- Tomás-Zapico C, Alvarez-García O, Sierra V, Vega-Naredo I, Caballero B, Joaquín García J, et al. Oxidative damage in the livers of senescence-accelerated mice: a gender-related response. *Can J Physiol Pharmacol.* 2006 Feb; 84(2):213-20.
- Behl C, Moosmann B, Manthey D, Heck S. The female sex hormone oestrogen as neuroprotectant: activities at various levels. *Novartis Found Symp.* 2000; 230: 221-34.
- Modir M, Daryanoosh F, Tanideh N, Mohamadi M, Firouzmand H. [The effects of 4-weeks high intensity training with consumption of Coenzyme Q10 supplementation on antioxidant enzymes activities in female Sprague Dawley rats]. *Medical J Mashhad Uni Med Sci.* 2014; 57(3): 587-95. [Article in Persian]
- Tiidus PM, Pushkarenko J, Houston ME. Lack of antioxidant adaptation to short-term aerobic training in human muscle. *Am J Physiol.* 1996 Oct; 271(4 Pt 2): R832-6.
- Bergholm R, Mäkimattila S, Valkonen M, Liu ML, Lahdenperä S, Taskinen MR, et al. Intense physical training decreases circulating antioxidants and endothelium-dependent vasodilatation in vivo. *Atherosclerosis.* 1999 Aug; 145(2): 341-9.
- Modir M, Daryanoosh F, Firouzmand H, Jaffari H, Khanzade M. [Effect of short and medium periods of high intensities aerobic training on serum level of superoxide dismutase and Catalase enzymes in rats]. *J Gorgan Uni Med Sci.* 2014; 16(3): 24-30. [Article in Persian]
- Selamoglu S, Turgay F, Kayatekin BM, Gönenc S, Yslegen C. Aerobic and anaerobic training effects on the antioxidant enzymes of the blood. *Acta Physiol Hung.* 2000; 87(3): 267-73.
- De Moffarts B, Kirschvink N, Art T, Pincemail J, Michaux C, Cayeux K, et al. Impact of training and exercise intensity on blood antioxidant markers in healthy Standard bred horses. *Equine Comp Exerc Physiol.* 2004; 1(3): 211-20. doi: http://dx.doi.org/10.1079/ECEP200426
- Inal M, Akyüz F, Turgut A, Getsfrid WM. Effect of aerobic and anaerobic metabolism on free radical generation swimmers. *Med Sci Sports Exerc.* 2001 Apr; 33(4):564-7.
- Kanter MM. Free radicals, exercise, and antioxidant supplementation. *Int J Sport Nutr.* 1994 Sep; 4(3): 205-20.
- Sen CK. Antioxidants in exercise nutrition. *Sports Med.* 2001;31(13): 891-908.
- Saritas N, Uyanik F, Hamurcu F, Çoksevrim B. Effects of acute twelve minute run test on oxidative stress and antioxidant enzyme activities. *Afr J Pharm Pharmacol.* 2011; 5(9): 1218-22. doi: 10.5897/AJPP11.263
- Vincent HK, Powers SK, Stewart DJ, Demirel HA, Shanely RA, Naito H. Short-term exercise training improves diaphragm antioxidant capacity and endurance. *Eur J Appl Physiol.* 2000 Jan; 81(1-2): 67-74.
- Nikolaïdis MG, Kyparos A, Hadziioannou M, Panou N, Samaras L, Jamurtas AZ, et al. Acute exercise markedly increases blood oxidative stress in boys and girls. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2007 Apr; 32(2): 197-205.
- Cardoso AM, Bagatini MD, Roth MA, Martins CC, Rezer JF, Mello FF, et al. Acute effects of resistance exercise and intermittent intense aerobic exercise on blood cell count and oxidative stress in trained middle-aged women. *Braz J Med Biol Res.* 2012 Dec; 45(12): 1172-82.
- Jackson MJ, Pye D, Palomero J. The production of reactive oxygen and nitrogen species by skeletal muscle. *J Appl Physiol (1985).* 2007 Apr; 102(4): 1664-70.
- Keane K. Impact of high intensity interval training (HIIT) and/or selenium (Se) supplementation on oxidative stress and antioxidant status in active females. Thesis in Sport and Exercise Science. Robert Gordon University. Aberdeen, Scotland. 2014.
- Margaritis I, Palazzetti S, Rousseau AS, Richard MJ, Favier A. Antioxidant supplementation and tapering exercise improve exercise-induced antioxidant response. *J Am Coll Nutr.* 2003 Apr; 22(2): 147-56.
- Adams AK, Best TM. The role of antioxidants in exercise and disease prevention. *Phys Sportsmed.* 2002 May; 30(5): 37-44. doi: 10.3810/psm.2002.05.281
- Ji LL. Antioxidants and oxidative stress in exercise. *Proc Soc Exp Biol Med.* 1999 Dec; 222(3): 283-92.
- Quindry JC, Stone WL, King J, Broeder CE. The effects of acute exercise on neutrophils and plasma oxidative stress. *Med Sci Sports Exerc.* 2003 Jul; 35(7): 1139-45.
- Lekhi C, Gupta PH, Singh B. Influence of exercise on oxidant stress products in elite Indian cyclists. *Br J Sports Med.* 2007; 41(10): 691-93. doi: 10.1136/bjism.2007.037663
- de Castro MAC, Cavalcanti Neto FF, Lima LMC, de Sliva FM, de Oliveria RJ, Zanesco A. Production of free radicals and catalase activity during acute exercise training in young men. *Biol Sport.*

2009; 26: 2: 113-19.

34. Mignini F, Tomassoni D, Traini E, Streccioni V. Antioxidant endogenous defense in a human model of physical stress. *Clin Exp Hypertens*. 2008 Nov; 30(8): 776-84. doi: 10.1080/07420520802572341

35. Fisher-Wellman K, Bloomer RJ. Acute exercise and oxidative stress: a 30 year history. *Dyn Med*. 2009 Jan; 8:1. doi: 10.1186/1476-5918-8-1

36. Petersen AM, Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise. *J Appl Physiol* (1985). 2005 Apr; 98(4): 1154-62.

37. Dougall WC, Nick HS. Manganese superoxide dismutase: a hepatic acute phase protein regulated by interleukin-6 and glucocorticoids. *Endocrinology*. 1991 Nov; 129(5): 2376-84.

38. Halliwell B, Gutteridge JM. Free radicals in biology and medicine; Effect of oxidative stress on DNA repairing genes. 3rd ed. New York: Oxford University. 1999.

39. Omar BA, McCord JM. The cardioprotective effect of Mn-superoxide dismutase is lost at high doses in the postischemic isolated rabbit heart. *Free Radic Biol Med*. 1990; 9(6): 473-8.

40. Pinho RA, Andrades ME, Oliveira MR, Pirola AC, Zago MS, Silveira PC, et al. Imbalance in SOD/CAT activities in rat skeletal muscles submitted to treadmill training exercise. *Cell Biol Int*. 2006 Oct; 30(10): 848-53.

41. Kono Y, Fridovich I. Superoxide radical inhibits catalase. *J Biol Chem*. 1982 May; 257(10): 5751-4.

Archive of SID

Original Paper

Effect of moderate period of progressive anaerobic training on serum level of superoxide dismutase and Catalase in female rats

Modir M (M.Sc)¹, Daryanoosh F (Ph.D)^{*2}, Firouzmand H (M.Sc)³, Yosefie H (M.Sc)¹

¹M.Sc in Physical Education, Sport Science Branch, Shiraz University, Shiraz, Iran. ²Associate Professor, Department of Physical Education, Sport Science Branch, Shiraz University, Shiraz, Iran. ³M.Sc in Biology, Cellular and Molecular Branch, Department Research and Development Samen Pharmaceutical Company, Mashhad, Iran.

Abstract

Background and Objective: Different physical activities affect on anti-oxidative system. Variety, period and intensity of activities are necessary in health improvement. This study was carried out to determine the effect of medium period of progressive anaerobic training on serum level of superoxide dismutase and Catalase in female rats.

Methods: In this experimental study, 30 female rats were randomly allocated into control and anaerobic training groups. The training program lasted for 8 weeks with control (without activity) and anaerobic including 3 sessions in a week with speed of 24-30 meters per minute in slope range (5<slope>15) for 30 seconds.

Results: Serum level of superoxide dismutase was significantly increased in progressive anaerobic training group (109.1±17.3 U/ml) in compare to controls (98.8±12.8 U/ml) (P<0.05). Serum level of Catalase was 51.2±7.2 and 48.4±4.2 U/ml in control and progressive anaerobic training, respectively. This difference was not significant.

Conclusion: The medium period of progressive anaerobic training influences serum level of superoxide dismutase and Catalase in female rats.

Keywords: Anaerobic training, Superoxide dismutase, Catalase, Rat

* Corresponding Author: Daryanoosh F (Ph.D), E-mail: daryanoosh@shirazu.ac.ir

Received 9 Nov 2014

Revised 26 Jul 2015

Accepted 10 Jan 2016