



پاسخ حاد میلوپراکسیداز و وضعیت تام اکسیدانی به فعالیت ورزشی فزاینده در مردان میانسال تمرین کرده و بدون تمرین

سید رضا رحیمی مقدم^۱، علی رضا علمیه^{۲*}، محمدرضا فدائی چافی^۲

تاریخ چاپ: ۱۴۰۱/۲/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۸/۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۵/۲۹

چکیده

هدف: نوتروفیلها حاوی آنزیم میلوپراکسیداز هستند که با تولید اکسیدانها و کاتالیز اسید هایپوکلوروس در بسیاری از فرایندهای سلولی نقش دارند. از طرفی، از سنین میانسالی محافظت فیزیولوژیکی بدن در برابر استرس اکسیداتیو شروع به کاستن می کند بنابراین هدف تحقیق حاضر مطالعه تغییرات میلوپراکسیداز و وضعیت تام اکسیدانی در مردان میانسال سالم شرکت کننده در فعالیتهای منظم ورزش همگانی و افراد بدون تمرین است.

روش کار: بیست نفر آزمودنی تمرین کرده (سن $53/85 \pm 2/94$ سال، شاخص توده بدن $25/1 \pm 47/6$ کیلوگرم بر متر مربع، حداکثر اکسیژن مصرفی $42/38 \pm 2/8$ میلی لیتر بر کیلوگرم در دقیقه) و ۱۷ نفر بدون تمرین (سن $54/17 \pm 2/83$ سال، شاخص توده بدن $27/83 \pm 1/12$ کیلوگرم بر متر مربع، حداکثر اکسیژن مصرفی $31/86 \pm 1/67$ میلی لیتر بر کیلوگرم در دقیقه) در این مطالعه شرکت کردند. آزمودنی ها تست اصلاح شده بروس را به عنوان مدلی از تمرین فزاینده ورزشی انجام دادند. نمونه های خونی قبل، بلافاصله بعد و یک ساعت پس از پایان تست دریافت شد.

یافته ها: در نتایج پیش آزمون میلوپراکسیداز هر دو گروه تفاوت معنی داری وجود نداشت، اما این مقادیر بلافاصله بعد و در دوره ریکواری، در گروه بدون تمرین نسبت به گروه تمرین کرده تفاوت معنی داری داشت ($P < 0/05$). وضعیت تام اکسیدانی در هر دو گروه بلافاصله بعد از تست نسبت به قبل از آن به طور معنی داری افزایش و در دوره ریکواری کاهش داشت ($P < 0/05$).

نتیجه گیری: شرکت منظم در فعالیتهای ورزشی همگانی می تواند باعث کاهش میلوپراکسیداز و ظرفیت تام اکسیدانی مردان میانسال سالم شود و ممکن است روشی مناسب برای کاهش نشانگرهای سیستم ایمنی و استرس اکسیداتیو ناشی از افزایش سن در مردان میانسال باشد.

واژگان کلیدی: سیستم ایمنی، میلوپراکسیداز، وضعیت تام اکسیدانی، تمرین ورزشی فزاینده، میانسال

۱. دکترای فیزیولوژی ورزش، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران. ۲. استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران.

*نشانی الکترونیک نویسنده مسئول: elmieh@iaurasht.ac.ir

مقدمه

با افزایش سن، سیستم ایمنی بدن دستخوش تغییر وضعیتی می شود که به عنوان زوال سیستم ایمنی شناخته می شود (۱ و ۲). شواهد نشان می دهد که در ارتباط با سالمندی، نوتروفیل ها و ماکروفاژها نقش اصلی را در استرس اکسیداتیو مزمن بر عهده دارند و سلول های کلیدی زوال سیستم ایمنی و سالمندی ناشی از اکسیداسیون- التهاب هستند (۱ و ۳).

نوتروفیل ها فراوانترین گلبول سفید در گردش خون انسان هستند (۴) و حدود ۷۰ درصد گلبولهای سفید خون را تشکیل می دهند (۵). در بین گلبول های سفید خون، نوتروفیل ها اصلی ترین محل تشکیل گونه های واکنش پذیر اکسیژن^۱ (ROS) از طریق انفجار تنفسی هستند (۶). پس از فعال شدن نوتروفیل ها در خون محیطی و بافت ها و طی فرایند انفجار تنفسی، مقادیر قابل توجهی رادیکال سوپر اکساید توسط NADPH اکسیداز فاگوسیتی^۲ (NOX2) تولید می شود (۷) که سپس تحت تأثیر آنزیم سوپر اکساید دیسموتاز^۳ (SOD) به پراکسید هیدروژن^۴ (H₂O₂) تبدیل می شود (۸). از طرف دیگر نوتروفیل های فعال شده، گرانولهای آزوروفیلیک سیتوپلاسمی را که سرشار از آنزیم میلو پراکسیداز^۵ (MPO) هستند، با

فاگولیزوم برای رها سازی محتوای گرانول ادغام می کند (۸ و ۹). میلوپراکسیداز عضو خانواده پر اکسیداز ها است (۱۰). پراکسیدازها آنزیم هایی هستند که عملکرد اصلی آنها تولید اکسیدان ها و گونه های واکنش پذیر اکسیژن است. در این میان، میلوپراکسیداز ملکه خانواده پراکسیدازها و آنزیم اصلی نوتروفیل ها است (۱۱). میلوپراکسیداز در حضور پراکسید هیدروژن و یک هالید مانند کلرید، میانجی واکنش پذیر اکسیژن بنام اسید هایپوکلروس^۶ (HOCl) را کاتالیز می کند (۱۲). در درون ارگانسیم زنده، اسید هایپوکلروس در بسیاری از فرایند های سلولی از قبیل تنظیم ضد التهابی، پاسخ به پاتوژن و سالمندی نقش دارد. کارایی این اسید در این واقعیت نهفته است که نه تنها باکتری ها و عوامل بیماری زا، بلکه سلول های دیگر بدن نیز تحت تأثیر سمی بودن آن قرار می گیرند، زیرا آنها فاقد آنزیمهای لازم برای سم زدایی این اسید هستند (۱۳).

از سویی باید توجه داشت که از سنین میانسالی و بین سنین ۴۰ تا ۵۰ سالگی محافظت فیزیولوژیکی بدن در برابر استرس اکسیداتیو شروع به کاستن می کند و نداشتن یک شیوه زندگی مناسب به این روند نزولی شتاب می بخشد (۱۴). مهمتر اینکه به دلیل افزایش سن، خطر ابتلا به عفونت به دلیل

5. Myeloperoxidase
6. Hypochlorous acid

1. Reactive oxygen species
2. Phagocyte NADPH oxidase
3. Superoxide dismutase
4. Hydrogen peroxide

اکسیداتیو و تغییرات در فعالیت آنتی اکسیدان ها همراه است و اینکه تمرین وامانده ساز مطلوب ترین شکل تمرین برای بروز استرس اکسیداتیو است (۲۹). بطور کلی، امروزه تمرین حاد به عنوان عامل کمکی مهم سیستم ایمنی شناخته می شود که تبادل مداوم لکوسیتها را بین جریان خون و بافت تحریک می کند (۱۹). در بسیاری از تحقیقات نیز نتایج بدست آمده ناشی از قرارگرفتن آزمودنی ها تحت شرایط تمرین حاد بوده است (۳۰-۳۳). بنا براین با توجه به نقش نوتروفیل ها به عنوان یکی از سلول های اصلی ایجاد استرس اکسیداتیو و التهاب مزمن در فرایند زوال سیستم ایمنی و همچنین تأثیر میلوپراکسیداز، به عنوان آنزیم کلیدی نوتروفیل ها در ایجاد آسیب اکسیداتیو، هدف تحقیق حاضر این است تا تأثیر یک وهله تمرین ورزشی فزاینده را بر میزان فعالیت های نوتروفیلی و سطوح میلوپراکسیداز مورد بررسی قرار دهد و همچنین با اندازه گیری وضعیت تام اکسیدانی^۱ (TOS) به عملکرد آنها در تولید استرس اکسیداتیو و ارتباط بین این متغیر ها در مردان میانسال بدون تمرین بپردازد.

کاهش عملکرد نوتروفیل ها و مونوسیتها نیز بالا می رود، که این موضوع در اوایل سنین میانسالی رخ می دهد (۱۵).

شواهد زیادی وجود دارد که شیوه زندگی فعال می تواند تأثیر مثبتی بر سیستم ایمنی داشته باشد (۱۶ و ۱۷). نتایج تحقیقات نشان می دهند که شرکت در فعالیت تمرینی منظم (۱۸)، می تواند منجر به بهبود عملکرد ایمنی شود و بطور بالقوه سرعت زوال تدریجی سیستم ایمنی ناشی از افزایش سن را کند نماید (۱۹). در سالهای اخیر مطالعاتی در مورد تأثیر تمرین بر فعالیت نوتروفیلی (۱۵، ۲۰ و ۲۲)، سطوح میلوپراکسیداز (۲۳-۲۵) و سطوح اکسیدانی انجام شده است (۲۶، ۲۷) که با توجه به روش های مختلف تمرین، و همچنین شدت و مدت آن نتایج متفاوتی نیز گزارش شده است، ولی کمتر تحقیقی به ارتباط بین فعالیت بدنی منظم در اوقات فراغت، غلظت میلوپراکسیداز و سطوح استرس اکسیداتیو در افراد میانسال پرداخته است. از این رو پرداختن به نقش این آنزیم در فعالیت بدنی و ارتباط آن با وضعیت تام اکسیدانی که نشان دهنده استرس اکسیداتیو سیستمیک است (۲۸)، از اهمیت زیادی برخوردار است. از سوی دیگر، بخوبی نشان داده شده است که یک جلسه تمرین سیستم ایمنی را چه در هنگام تمرین و چه بعد از آن تحریک می کند (۱۷). شواهد نشان می دهد که تمرین ورزشی حاد با افزایش استرس

روش پژوهش

اجرای این مطالعه با شناسه IR.IAU.RASHT.REC.1399.020 در کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت و در مرکز ثبت کارآزمایی بالینی ایران (IRCT) با شماره های زیر مورد تأیید قرار گرفته است.

IRCT20200625047919N2

IRCT20200625047919N1

آزمودنی‌ها

تعداد ۳۷ نفر از مردان میانسال سالم شامل ۲۰ نفر تمرین کرده (سن $53/85 \pm 2/94$ سال، شاخص توده بدنی^۱ BMI $25/47 \pm 1/6$ کیلوگرم بر متر مربع، حداکثر اکسیژن مصرفی^۲ VO_{2max} $42/38 \pm 2/8$ میلی لیتر بر کیلوگرم در دقیقه) و ۱۷ نفر بدون تمرین (سن $54/17 \pm 2/83$ سال، BMI $27/83 \pm 1/12$ کیلوگرم بر متر مربع، VO_{2max} $31/86 \pm 1/67$ میلی لیتر بر کیلوگرم در دقیقه) داوطلب شرکت در این مطالعه شدند. معیارهای خروج از مطالعه شامل این موارد بود: کشیدن سیگار، آسیب اسکلتی عضلانی یا سایر شرایطی که از فعالیت روزانه جلوگیری می کند، ابتلا به بیماری متابولیک یا قلبی عروقی و استفاده از مکمل های آنتی اکسیدانی یا داروهایی که ممکن است بر نتایج تأثیر بگذارد. یک معیار مشخص نیز برای میزان فعالیت بدنی در نظر گرفته شد که شامل شرکت منظم در

فعالیت‌های ورزشی حداقل ۳ روز در هفته در یک سال اخیر برای گروه تمرین کرده و عدم شرکت در فعالیت‌های ورزشی در یک سال اخیر برای گروه بدون تمرین بود. همه داوطلبان شرکت کننده در پژوهش اطلاعات لازم را در مورد پروتکل ها و روش ها و همچنین خطرات و مزایای احتمالی مطالعه دریافت کردند. رضایتنامه کتبی آگاهانه از همه شرکت کنندگان دریافت شد. همه داوطلبان پرسشنامه تاریخچه پزشکی و

پرسشنامه بین المللی فعالیت بدنی (IPAQ) را تکمیل کردند و در معاینات جسمانی نیز که توسط پزشک انجام شد، شرکت نمودند. پس از مطالعه پرسشنامه ها و بررسی های لازم، آزمودنی های واجد شرایط برای شرکت در آزمون انتخاب شدند. به داوطلبان توصیه شد ۴۸ ساعت قبل از اجرای آزمون از انجام فعالیت‌های بدنی شدید (که ممکن است بر پاسخ ایمنی تأثیر بگذارد) و همچنین نوشیدن مایعات الکلی و کافئین دار از شب قبل از اجرای آزمون خودداری نمایند.

اندازه گیری های ترکیب بدنی

در روزهای اندازه گیری، همه آزمودنی های از دستور صبحانه یکسان در ساعت ۷ صبح پیروی کردند. همه اندازه گیری ها توسط یک آزمونگر واحد انجام شد. در ابتدا قد و وزن آزمودنی ها به ترتیب با دقت ۰/۱ سانتی متر و ۰/۱ کیلوگرم با استفاده از ترازو و قد سنج

تکنسین آموزش دیده آزمایشگاه دریافت شد. نمونه های خون دریافتی هر سه مرحله بلافاصله توسط دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۲۲ درجه سانتی گراد سانتریفیوژ شد و سپس سرم توسط سمپلر جداسازی و در داخل میکروتیوپ های دیگر قرار گرفت و تا زمان اندازه گیری متغیرها در دمای منهای ۲۰ درجه سانتی گراد نگهداری شد. پس از دریافت نمونه های خون اولیه، آزمودنی ها مجاز به مصرف آب بودند تا زمانی که آزمون اصلی آغاز شد.

SECA ساخت کشور آلمان اندازه گیری شد. متغیرهای ترکیب بدنی نیز با استفاده از دستگاه تحلیل کننده ترکیب بدنی BoCa X1 ساخت کشور کره جنوبی مورد ارزیابی قرار گرفت. ویژگی های بدن سنجی و ترکیب بدنی آزمودنی ها در جدول شماره ۱ ارائه شده است. این تحقیق شامل سه مرحله دریافت نمونه خونی بود که پس از اندازه گیری های بدن سنجی و ترکیب بدنی، نمونه های خون مرحله اول (T0) به میزان ۵ سی سی ۴ ساعت پس از صرف صبحانه (انرژی دریافتی ۴۰۰ کالری)، از ورید قدامی بازویی توسط

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد ویژگی های فردی و فیزیولوژیک آزمودنی ها

| گروه تمرین کرده | گروه بدون تمرین | |
|---|-----------------|--------------|
| سن (سال) | ۵۴/۱۷ ± ۲/۸۳ | ۵۳/۸۵ ± ۲/۹۴ |
| وزن (کیلوگرم) | ۸۵/۹۴ ± ۶/۲۷ | ۸۲/۰۱ ± ۶/۵۱ |
| شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع) | ۲۷/۸۳ ± ۱/۱۲ | ۲۵/۴۷ ± ۱/۱۶ |
| چربی بدن (درصد) | ۲۴/۵۶ ± ۱/۵۸ | ۲۲/۴۶ ± ۳/۴۵ |
| حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه) | ۳۳/۳۰ ± ۳/۱۸ | ۴۵/۹۵ ± ۴/۰۱ |

مرحله اول اجرای آزمون سرعت تردمیل ثابت بود اما شیب دستگاه در پایان هر مرحله ۵ درصد افزایش یافت. از مرحله چهارم، هم سرعت و هم شیب دستگاه با توجه به پروتکل آزمون افزایش یافت. مدت زمان هر مرحله نیز ۳ دقیقه بود (۳۵). این آزمون تا زمانی ادامه داشت که آزمودنی قادر به ادامه آن نبود. زمان در پایان اجرای پروتکل ثبت شد و سپس حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی ها به صورت غیر مستقیم و با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (۳۶).

پروتکل تمرین ورزشی فزاینده

به منظور جلوگیری از بروز هرگونه خطر احتمالی، ما از پروتکل اصلاح شده بروس بر روی تردمیل (MBTP) به عنوان مدلی از تمرین ورزشی فزاینده استفاده کردیم (۳۴). این پروتکل برای هر یک از آزمودنی ها بر روی تردمیل تکنوجیم ساخت کشور ایتالیا انجام شد. این آزمون با سرعت ۲/۷ کیلومتر در ساعت و بدون شیب آغاز شد. بر اساس پروتکل آزمون، در سه

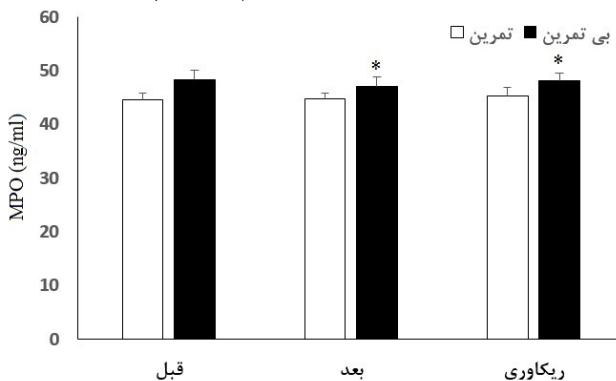
نانومتر خوانش شد. همه ارزیابی ها بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده کیت انجام شد .

تجزیه و تحلیل آماری

نتایج آمار توصیفی بصورت میانگین \pm انحراف استاندارد ارائه شد. به منظور تجزیه تحلیل استنباطی، ابتدا از آزمون شاپیرو - ویلک برای مشخص شدن طبیعی بودن توزیع داده ها استفاده گردید. سپس برای تجزیه تحلیل متغیرهای تحقیق از آزمون آنوای چند متغیره 3×2 و آزمون تعقیبی بونفرنی استفاده شد. برای انجام کلیه محاسبات آماری از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ در سطح معنی داری $0/05$ استفاده شد.

یافته‌ها

نتایج به دست آمده (شکل ۱) تفاوت معنی داری را در سطوح میلوپراکسیداز قبل از آزمون هر دو گروه تمرین کرده و بدون تمرین نشان نداد، اما این مقادیر بلافاصله بعد و یک ساعت پس از تمرین ورزشی فزاینده (دوره ریکاوری)، در گروه بدون تمرین در مقایسه با گروه تمرین کرده تغییر معنی داری داشته است ($P < 0/05$).



شکل ۱. تغییرات سطوح MPO بلافاصله بعد و در زمان ریکاوری در مقایسه با سطح اولیه با استفاده از ANOVA

چند متغیره 2×3 ، * نشان دهنده تفاوت معنی دار با قبل از آزمون ($P < 0/05$)

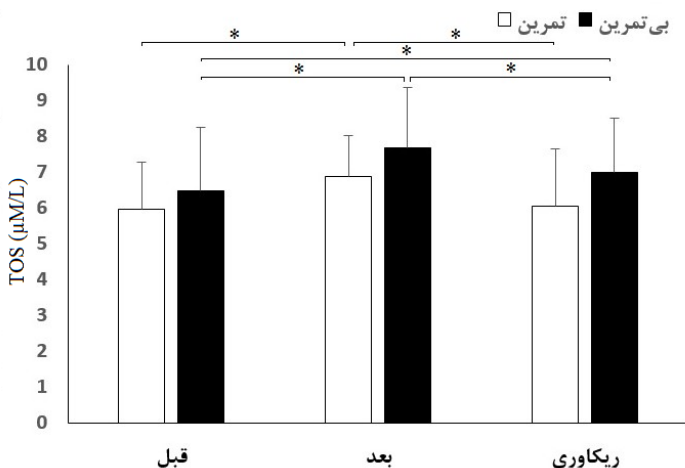
$$VO_{2max} = 14.76 - (1.379 \cdot \text{times. T}) + (0.451 \cdot \text{times. T}^2) - (0.012 \cdot \text{times. T}^3)$$

(زمان پایان تست = T)

در طول اجرای تست ضربان قلب آزمودنی ها با استفاده از ضربان سنج سینه ای مورد بررسی قرار گرفت. از آزمودنی ها درخواست شد تا میزان فشار وارده از تمرین را با استفاده از مقیاس ۲۰-۶ بورگ اعلام نمایند. این مقیاس در ابتدای جلسه بطور کامل برای هریک از شرکت کنندگان توضیح داده شد (۳۷). بلافاصله پس از اجرای آزمون و یک ساعت بعد از آن به ترتیب نمونه خون مرحله دوم (T1) و مرحله سوم (T2) از آزمودنی ها دریافت شد. در تمام مراحل آزمون پزشک و تکنسین احیای قلبی ریوی در محل حضور داشتند .

اندازه گیری های بیوشیمیایی

اندازه گیری مجموع گلبولهای سفید خون (WBC) و درصد زیر مجموعه های آن توسط کیت های آزمایشگاه مورد نظر به روش الایزا انجام شد. اندازه گیری سطوح میلوپراکسیداز و وضعیت تام اکسیدانی توسط کیت های آنزیمی (شرکت کیا زیست، همدان، ایران) انجام و نتایج به ترتیب در طول موج های ۴۰۵ نانومتر و ۵۵۰-۵۸۰



شکل ۲. تغییرات سطوح TOS با استفاده از آزمون ANOVA چند متغیره ۲×۳

* نشان دهنده تفاوت معنی دار با قبل از آزمون ($P < 0.05$).

بدون تمرین بلافاصله بعد از تمرین ورزشی فزاینده نسبت به گروه تمرین کرده به طور معنی داری بیشتر بوده و تعداد گلبولهای سفید خون مقادیر کمتری را نشان داده اند ($P < 0.05$). همچنین در دوره ریکاوری، کاهش معنی دار درصد مونوسیتها در گروه تمرین کرده نسبت به گروه بدون تمرین مشاهده شده است ($P < 0.05$)

همچنین نتایج نشان داد (شکل ۲) که سطوح TOS در هر دو گروه تمرین کرده و بدون تمرین، بعد از تمرین ورزشی فزاینده نسبت به قبل از آن به طور معنی داری افزایش ($P < 0.05$) داشته و در دوره ریکاوری به طور معنی داری کاهش یافته است ($P < 0.05$).

درخصوص شاخص های ایمنی (جدول ۲)، تحلیل یافته ها نشان داد که درصد نوتروفیلها در گروه

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد فاکتورهای سیستم ایمنی آزمودنیها

| ریکاوری | بعد | قبل | |
|-----------------|--------------------|----------------|----------------------|
| ۵۹/۶±۸/۶۸ | ۴۹/۱۵±۷/۲۲ | ۵۷/۷±۸/۷۵ | تمرین (تعداد: ۲۰) |
| ۵۹/۷۶±۳/۰۳ | *۵۵/۱۷±۲/۳۲ | ۵۹/۱۷±۳/۱۳ | بی تمرین (تعداد: ۱۷) |
| *۶/۶۵±۱/۱۳ | ۷/۵±۱/۰۵ | ۷/۱۵±۱/۱۳ | تمرین (تعداد: ۲۰) |
| ۷/۴۱±۰/۵۱ | ۷/۵۸±۱/۳۲ | ۷/۵۲±۰/۸۷ | بی تمرین (تعداد: ۱۷) |
| ۷۰/۱۵/۳۶±۹۶۰/۷۴ | *۱۰/۶۶۰/۱۹±۱۷۵۸/۷۰ | ۷۱۱۰/۵۵±۸۳۹/۱۱ | تمرین (تعداد: ۲۰) |
| ۷۶۲۳/۷۱±۸۹۰/۳۲ | ۸۸۳۵/۸۴±۱۱۳۰/۷۸ | ۷۰۷۹/۴۷±۷۱۵/۶۸ | بی تمرین (تعداد: ۱۷) |

* نشان دهنده تفاوت معنی دار با قبل از آزمون ($P < 0.05$)

بحث

تأثیر تمرین و فعالیت بدنی منظم در اوقات فراغت و در قالب ورزش همگانی بر سطوح استرس اکسیداتیو و سیستم ایمنی بدن، بخصوص تغییرات میلوپراکسیداز هنوز بطور کامل روشن نشده است. همین موضوع می تواند نشان دهنده لزوم انجام تحقیقات بیشتر در این زمینه باشد. در تحقیق حاضر هدف ما این بود که با اعمال یک وهله تمرین فزاینده ورزشی با استفاده از تست اصلاح شده بروس، مشخص کنیم که آیا شرکت منظم در برنامه تمرینی ورزش همگانی تغییراتی را در سطوح میلوپراکسیداز (به عنوان شاخص فعالیت نوتروفیلی برای تولید رادیکال های آزاد) و وضعیت تام اکسیدانی (به عنوان شاخص استرس اکسیداتیو) مردان میانسال سالم و تمرین کرده در مقایسه با گروه همسان بدون تمرین ایجاد می کند یا خیر.

در تحقیق حاضر یافته ها نشان دادند که بلافاصله بعد از پایان تمرین ورزشی فزاینده و حتی یک ساعت پس از آن، مردان بدون تمرین از سطوح بالاتری از میلوپراکسیداز برخوردار بودند و تفاوت معنی داری را نسبت به مردان تمرین کرده نشان دادند. این نتیجه همسو با نتایج بدست آمده توسط موروزوف و همکاران (۲۰۰۶) است. آنها نیز دریافتند که یک وهله تمرین شدید وامانده ساز افزایش بیشتری را در محتوای میلوپراکسیداز افراد بدون تمرین نسبت به افراد تمرین کرده ایجاد می کند (۳۸). در این راستا هولز و همکاران (۲۰۱۵) عنوان کردند که شیوه زندگی فعال بطور بالقوه می تواند غلظت میلوپراکسیداز را کاهش دهد و آن را نشانه ای از مزایای تمرین و فعالیت بدنی دانستند و از آنجا که میلوپراکسیداز به عنوان یک نشانگر فعالیت نوتروفیلی در نظر گرفته

می شود، و از این لحاظ به عنوان یک نشانگر زیستی برای طبقه بندی خطر بیماری های قلبی عروقی محسوب می شود، این مشاهده ممکن است مربوط به اثرات مفید کلی فعالیت بدنی باشد (۳۹). بنظر می رسد که دلیل بالاتر بودن سطوح میلوپراکسیداز آزمودنی های بدون تمرین تحقیق حاضر نیز عدم شرکت آنان در فعالیتهای تمرینی باشد. از سوی دیگر ریمان و همکاران (۲۰۱۲) نیز با مطالعه بر روی ورزشکاران جوان تأکید کردند که غلظت میلوپراکسیداز پس از تمرین با حداکثر شدت، نسبت به زمان استراحت بطور معنی داری افزایش داشته و ارتباط معنی داری را بین افزایش مقادیر و دگرانوله شدن نوتروفیل ها و بالا رفتن سطوح میلوپراکسیداز به ثبت رساندند (۲۵). فونسکا و همکاران (۲۰۱۶) نیز با مطالعه نمونه های حیوانی دریافتند مقادیر میلوپراکسیداز در پاسخ به تمرین شدید بر روی تردید میل نسبت به زمان استراحت افزایش معنی داری داشته است. (۴۰). یکی از یافته های اصلی این تحقیق این بود که تفاوت معنی داری در سطوح میلوپراکسیداز هر دو گروه تمرین کرده و بدون تمرین در هنگام استراحت مشاهده نشد. این نتیجه مخالف یافته های پوپویچ و همکاران (۲۰۱۵) بود که با اعمال یک وهله تمرین ورزشی فزاینده به آزمودنی های جوان سالم ورزشکار شرکت کننده در تمرینات منظم و افراد بدون تمرین، عنوان کردند که در زمان استراحت، فعالیت میلوپراکسیداز سرم در گروه ورزشکار در مقایسه با گروه بدون تمرین بطور معنی داری بیشتر بوده است. اما از سوی دیگر، شاهد افزایش فعالیت میلوپراکسیداز سرمی هر دو گروه پس از تمرین بودند. (۲۴) که با یافته قبلی ما همخوانی

دارد. یکی دیگر از نتایج تحقیق حاضر افزایش درصد نوتروفیل‌ها بلافاصله بعد از تمرین ورزشی فزاینده در گروه بدون تمرین نسبت به گروه تمرین کرده بود. این نتیجه علاوه بر همسویی با نتایج ریمان و همکاران (۲۰۱۲) و فونسکا و همکاران (۲۰۱۶)، با نتیجه تحقیقی که اخیراً انجام شده هم مطابقت دارد. یامورتاس و همکاران (۲۰۱۸) نیز به دنبال انجام یک وهله تمرین اینتروال شدید توسط مردان جوان سالم و بدون تمرین، دریافتند که درصد گرانولوسیتها (شامل نوتروفیل‌ها) بلافاصله بعد از تمرین افزایش داشته است (۴۱). بالا رفتن مقادیر نوتروفیل‌ها در واقع آغاز کننده انفجار تنفسی است که شاهد آن افزایش سطوح میلوپراکسیداز است (۴۲). این موضوع می‌تواند توجیه کننده سطوح بالاتر میلوپراکسیداز گروه بدون تمرین نسبت به آزمودنی‌های تمرین کرده باشد، زیرا افزایش نوتروفیل‌های دگرانوله شده پس از تمرین در این گروه می‌تواند منجر به بالا رفتن غلظت میلوپراکسیداز شود. اگرچه نتایج تحقیقات یاد شده با نتایج تحقیق ما همخوانی داشت، اما بر خلاف یافته‌های همسو، محمود و همکاران (۲۰۱۹) تفاوت معنی داری را بین سطوح میلوپراکسیداز در هنگام استراحت و پس از تمرین حاد در بیماران دارای ناراحتی عروق کرونر قلب مشاهده نکردند (۴۳). بنظر می‌رسد فرر و همکاران (۲۰۱۸) نیز با مطالعه میزان فعالیت مردان و زنان سالمند، تفاوت معنی داری را در سطوح میلوپراکسیداز افراد فعال و غیر فعال در این رده سنی مشاهده نکردند (۴۴). البته باید توجه داشت که تغییر در عملکرد نوتروفیل‌ها بر اثر تمرین، ممکن است ناشی از تغییر در نسبت نوتروفیل‌های نابالغ و بالغ باشد و بنابراین در

ارزیابی عملکرد، باید به اختلاف نتایج آنها در مایعات بیولوژیکی مختلف مانند بزاق و پلاسمای خون توجه بیشتری نمود (۴۵). یافته دیگر تحقیق حاضر این بود که سطوح TOS در هر دو گروه تمرین کرده و بدون تمرین، بلافاصله بعد از تمرین ورزشی فزاینده نسبت به قبل از آن به طور معنی داری افزایش (P < ۰/۰۵) داشتند و در ریکواری به طور معنی داری کاهش یافت (P < ۰/۰۵). از آنجا که افزایش نوتروفیل‌های جریان خون پس از تمرین، از ظرفیت زیادی برای تولید گونه‌های واکنش پذیر اکسیژن برخوردار است (۴۶) و با توجه به ارتباط بین افزایش نوتروفیل‌ها و بالا رفتن سطوح میلوپراکسیداز، بنظر می‌رسد که نتیجه تحقیق ما نیز تأیید کننده یافته‌های قبلی بدست آمده توسط ویسک و همکاران (۲۰۱۵) است. آنها گزارش کردند که سطوح TOS مردان و زنان جوان و فعال پس از یک تمرین بی‌هوازی بطور معنی داری افزایش یافت و در گروه زنان بعد از یک ساعت کاهش معنی داری مشاهده شد (۴۷). نتایج تحقیق دیگری که توسط همین محققین انجام شد (۲۶) نشان داد که پس از اجرای یک وهله تمرین فزاینده ورزشی بر روی تردمیل، مقادیر TOS در مردان جوان و فعال که در فعالیتهای ورزشی رقابتی شرکت نمی‌کردند، افزایش داشته است. اما در گروه زنان تغییرات افزایشی چشمگیر نبوده است. در راستای یافته‌های پژوهش حاضر، اتابک و همکاران (۲۰۱۸) نیز دنبال اجرای یک جلسه ۶۰ دقیقه‌ای از تمرینات برون‌گرا، بلافاصله بعد از تمرین شاهد افزایش معنی دار TOS در سرم خون مردان جوان شرکت کننده در فعالیتهای بدنی تفریحی بودند اما این مقادیر ۲۴ ساعت پس از جلسه تمرینی

بطور معنی داری کاهش یافت (۴۸). اما بر خلاف یافته های ما و سایر تحقیقات همسوی اشاره شده، سبولا و همکاران (۲۰۱۷) تغییرات معنی داری را در سطوح TOS زنان بالای ۵۵ سال و بدنبال ۶ هفته تمرین پیاده روی نوردیک مشاهده نکردند (۴۹).

بطور خلاصه، نتایج تحقیق حاضر در مورد فعالیت نوتروفیل ها، به عنوان بخشی از سیستم ایمنی که اصلی ترین محل تشکیل گونه های واکنش پذیر اکسیژن و آنزیم میلوپراکسیداز هستند، با برخی از تحقیقات انجام شده همسو بوده و با برخی دیگر همخوانی نداشته است. اما باید توجه داشت که تأثیر تمرین بر عملکرد عوامل مختلف سیستم ایمنی بدن از جمله نوتروفیل ها به متغیرهای زیادی از جمله سن، شدت و مدت و نوع تمرین، جنسیت و همچنین میزان آمادگی جسمانی افراد بستگی دارد (۵۰-۵۲)، اما در مورد این تأثیرات شناخت نسبتاً کمی وجود دارد (۵۳). رده سنی هدف در تحقیق حاضر، افراد میانسال سالم بودند، در حالیکه بسیاری از مطالعات انجام شده در رده های سنی جوان و سالمند و برخی از آنان با استفاده از آزمودنی های بیمار و یا نمونه های حیوانی بوده است. همین موضوع می تواند دلیلی بر عدم همخوانی نتایج بدست آمده توسط ما با تحقیقات نا همسو باشد. همچنین پیچیدگی و شناخت کم نسبت به تأثیرات متقابل عوامل یاد شده و سایر عوامل از قبیل تغذیه، وراثت، روشهای اندازه گیری و کیت های مورد استفاده نیز ممکن است بر تفاوت های نتایج مؤثر باشند. در مجموع یافته های ما نشان داد که افراد شرکت کننده در فعالیتهای منظم ورزش همگانی نسبت به افراد بدون تمرین، سطوح کمتری از میلوپراکسیداز را پس از تمرین تجربه می کنند و بنظر می رسد که

این موضوع می تواند آنان را در برابر اثرات نامطلوب افزایش مقادیر میلوپراکسیداز از قبیل آسیب بافتی در هنگام تمرین (۲۳)، افزایش سطوح آسیب اکسیداتیو (۵۴)، سالمندی زودرس (۱۳) و بیماری های قلبی عروقی (۵۵) محافظت کند. دیگر یافته ما نشان داد که وضعیت تام اکسیدانی در مردان میانسال تمرین کرده و بدون تمرین در تمام مراحل قبل و بعد از تمرین ورزشی فزاینده افزایش معنی داری داشته اما این افزایش در گروه تمرین کرده کمتر مشاهده شده است. این موضوع می تواند نشان دهنده تأثیر مثبت تمرینات منظم ورزش همگانی در ایجاد سازگاری و کاهش سطوح وضعیت اکسیداتیو بدن و همخوانی آن با سطوح میلوپراکسیداز باشد، هرچند که ارتباط بین مقادیر میلوپراکسیداز و استرس اکسیداتیو در این تحقیق سنجیده نشد. بنابراین می توان نتیجه گرفت شرکت در فعالیت های منظم ورزشی همگانی ممکن است روشی مناسب برای داشتن یک زندگی سالم همراه با استفاده از مزایای فعالیت بدنی مانند کاهش نشانگرهای سیستم ایمنی و استرس اکسیداتیو ناشی از بالا رفتن سن در مردان میانسال باشد. از این رو توصیه می شود که تحقیق مشابه ای نیز با استفاده از آزمودنی های زن میانسال انجام شود و برای استفاده از مزایای سلامتی ناشی از این تمرینات، فعالیتهای بدنی تا هر سنی که امکان دارد، ادامه داشته باشد.

تشکر

محققین از همکاری صمیمانه آزمایشگاه دانا، جناب آقای دکتر عباس نداف فهمیده، سرکار خانم مرجان نامدار و سایر همکاران محترم این آزمایشگاه تشکر و قدردانی می کنند.

منابع

1. Adeva-Andany M, López-Ojén M, Funcasta-Calderón R, Ameneiros-Rodríguez E, Donapetry-García C, Vila-Altesor M, et al. (2014). Comprehensive review on lactate metabolism in human health. *Mitochondrion*.17:76-100.
2. Aird TP, Davies RW, Carson BP (۲۰۱۸). Effects of fasted vs fed-state exercise on performance and post-exercise metabolism: A systematic review and meta-analysis. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*.28(5):1476-93.
3. Astorino TA, Schubert MM. (2018). Changes in fat oxidation in response to various regimes of high intensity interval training (hiit). *European Journal of Applied Physiology*.118(1):51-63.
4. Carnevali Jr L, Eder R, Lira F, Lima W, Gonçalves D, Zanchi N, et al. (2012). Effects of high-intensity intermittent training on carnitine palmitoyl transferase activity in the gastrocnemius muscle of rats. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*.45(8):777-83.
5. Cluberton L, McGee SL, Murphy RM, Hargreaves M. (2005). Effect of carbohydrate ingestion on exercise-induced alterations in metabolic gene expression. *J Appl Physiol*.99:1359-63.
6. Durkalec-Michalski K, Zawieja EE, Podgórski T, Łoniewski I, Zawieja BE, Warzybok M, et al. (2018). The effect of chronic progressive-dose sodium bicarbonate ingestion on crossfit-like performance: A double-blind, randomized cross-over trial. *PloS one*.13(5):e0197480.
7. Escobar KA, Morales J, Vandusseldorp TA. (2017). Metabolic profile of a crossfit training bout. *Journal of Human Sport and Exercise*.12(4):1248-55.
8. Eun-Ju C, Wi-Young S, Jeong TT. (2017). Effects of the crossfit exercise data analysis on body composition and blood profiles. *Iranian journal of public health*.46(9):1193-203.
9. Glassman G. (2010). Crossfit level 1. Training guide seminars training guide reference. *CrossFit Journal*, May.15.
10. Hall UA, Edin F, Madsen K. (2015). Whole-body fat oxidation increases more by prior exercise than overnight fasting. *Medicine & Science in Sports & Exercise*.47(5S):826.
11. Heigenhauser GJ, Parolin ML. Role of pyruvate dehydrogenase in lactate production in exercising human skeletal muscle. (Springer;1999). *Hypoxia*. p. 205-18.
12. Heinrich KM, Becker C, Carlisle T, Gilmore K, Hauser J, Frye J, et al. (2015). High-intensity functional training improves functional movement and body composition among cancer survivors: A pilot study. *European journal of cancer care*.24(6):812-7.
13. Jacob N, Novaes JS, Behm DG, Vieira JG, Dias MR, Vianna JM. (2020). Characterization of hormonal, metabolic, and inflammatory responses in crossfit® training: A systematic review. *Frontiers in Physiology*.11.

14. Jaspers RT, Zillikens MC, Friesema EC, delli Paoli G, Bloch W, Uitterlinden AG, et al. (2017). Exercise, fasting, and mimetics: Toward beneficial combinations? *The FASEB Journal*.31(1):14-28.
15. Jeoung NH, Harris RA. (2010). Role of pyruvate dehydrogenase kinase 4 in regulation of blood glucose levels. *Korean diabetes journal*.34(5):274-83.
16. Maté-Muñoz JL, Lougedo JH, Barba M, Cañuelo-Márquez AM, Guodemar-Pérez J, García-Fernández P, et al. (۲۰۱۸). Cardiometabolic and muscular fatigue responses to different crossfit® workouts. *Journal of sports science & medicine*.17(4):668.
17. Murawska-Cialowicz E, Wojna J, Zuwała-Jagiello J. (2015). Crossfit training changes brain-derived neurotrophic factor and irisin levels at rest, after wingate and progressive tests, and improves aerobic capacity and body composition of young physically active men and women. *J Physiol Pharmacol*.66(6):811-21.
18. Noland RC. Exercise and regulation of lipid metabolism. (Elsevier;2015). *Progress in molecular biology and translational science*. p. 39-74.
19. Shaw SB, Dullabh M, Forbes G, Brandkamp J-L, Shaw I. (2015). Analysis of physiological determinants during a single bout of crossfit. *International Journal of Performance Analysis in Sport*.15(3):809-15.
20. Thompson WR. (2017). Worldwide survey of fitness trends for 2018: The crep edition. *ACSM's Health & Fitness Journal*.21(6):10-9.
21. Thum JS, Parsons G, Whittle T, Astorino TA. (2017). High-intensity interval training elicits higher enjoyment than moderate intensity continuous exercise. *PloS one*.12(1):e0166299.
22. Tibana RA, de Almeida LM, Frade de Sousa NM, Nascimento Dda C, Neto I, de Almeida JA, et al. (2016). Two consecutive days of crossfit training affects pro and anti-inflammatory cytokines and osteoprotegerin without impairments in muscle power. *Front Physiol*.7(6):260.
23. Tibana RA, De Sousa NMF, Prestes J, Voltarelli FA. (2018). Lactate, heart rate and rating of perceived exertion responses to shorter and longer duration crossfit® training sessions. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*.3(4):60.
24. Wang L, Sahlin K. (2012). The effect of continuous and interval exercise on pgc-1 α and pdk4 mRNA in type I and type II fibres of human skeletal muscle. *Acta physiologica*.204(4):525-32.
25. Zhang S, Hulver MW, McMillan RP, Cline MA, Gilbert ER. (2014). The pivotal role of pyruvate dehydrogenase kinases in metabolic flexibility. *Nutrition & metabolism*.11(1):1-9.



Acute response of myeloperoxidase and total oxidant status to progressive exercise training in trained and untrained middle-aged men

Rahimi Moghaddam SR¹, Elmiyeh A^{2*}, Fadaei chafy MR²

Received: 19/8/2020

Accepted: 26/10/2020

Published: 2/5/2022

Abstract

Aim: Neutrophils contain myeloperoxidase enzyme, which is involved in many cellular processes by producing oxidants and catalyzing hypochlorous acid. On the other hand, from middle age, physiological protection against oxidative stress starts to decrease. Therefore, the main purpose of this study was to determine myeloperoxidase and total oxidative status changes in healthy trained middle-aged men participating in regular recreational exercise training and untrained subjects.

Method: Twenty trained (age 53.85 ± 2.94 years old, BMI 25.47 ± 1.6 kg/m², VO_{2max} 42.38 ± 2.8 ml.kg⁻¹.min⁻¹) and 17 untrained (age 54.17 ± 2.83 years old, BMI 27.83 ± 1.12 kg/m², VO_{2max} 31.86 ± 1.67 ml.kg⁻¹.min⁻¹) subjects participated in the study. Subjects performed a modified Bruce treadmill test as a model of progressive exercise training. Blood samples were taken before (T₀), immediately after (T₁) and one hour after the end of the test (T₂).

Results: There was no significant change in pretest myeloperoxidase level in both groups, but these values were significantly changed in untrained group compared to the trained group at T₁ and T₂. In both groups, total oxidant status level significantly increased at T₁ and decreased at T₂ compared to the pretest.

Conclusion: Regular participation in recreational exercise training can reduce the level of myeloperoxidase and total oxidant capacity of healthy middle-aged men, and may be a proper way to reduce immune system and oxidative stress markers caused by aging in middle-aged men.

Keywords: Immune System, Myeloperoxidase, Total Oxidant Status, Progressive Exercise Training, Middle-aged

1. PhD in Exercise Physiology, Department of Physical Education and Sport Sciences, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran, 2. Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran.

*Email: elmieh@iaurasht.ac.ir