تأثیر یک دوره تمرین ایستگاهی منتخب بر میلوپراکسیداز پلاسما در زنان

افسانه شمشکی[1]✉، زینب عسگری[1]، مهدی هدایتی[2]

۱- دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی دانشگاه الزهرا (س)

۲- استادیار پژوهشکده غدد و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

تاریخ دریافت مقاله: ۹۲/۰۲/۲۲ **تاریخ پذیرش مقاله: ۹۲/۰۶/۳۱**

چکیده

هدف: هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر یک دوره تمرینات ایستگاهی منتخب بر عوامل دستگاه ایمنی شامل آنزیم‌های میلوپراکسیداز (MPO) در زنان تمرین نکرده بود. **روش‌شناسی**: برای این منظور ۳۰ نفر دانشجوی زن رشته‌های غیر تربیت بدنی دانشگاه پیام نور سبزوار به طور تصادفی به دو گروه تجربی (تعداد: ۱۵ نفر، سن: ۰/۸۸ ± ۲۰/۷ سال، و میانگین شاخص توده بدنی ۴/۱۹±۲۴/۳ کیلوگرم بر مترمربع) و گروه کنترل (تعداد: ۱۵ نفر، میانگین سن :۱/۸±۲۰/۷ سال و شاخص توده بدنی: ۳/۳ ± ۲۱/۴ کیلوگرم بر مترمربع) تقسیم شدند. گروه تجربی به مدت هشت هفته، هفته‌ای سه روز، تمرینات ایستگاهی منتخب را اجرا کردند. هر ایستگاه از ۳۰ تا ۶۰ دقیقه با ۳۰ ثانیه استراحت بین ایستگاه‌ها اجرا شد. تعداد دورها از سه تکرار در هفته‌ی اول به شش تکرار در هفته‌ی آخر افزایش یافت. تمرین شامل سه بخش گرم کردن، حرکات ایستگاهی بی‌هوازی و سرد کردن بود. گروه کنترل فعالیتی نداشت. از هر دو گروه در دو نوبت (یک ساعت قبل از فعالیت و ۲۴ ساعت پس از انجام فعالیت) نمونه‌های خونی برای سنجش میزان تغییرات میلوپراکسیداز اخذ گردید. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگراف اسمیرنوف بررسی شد. برای مقایسه‌ی تغییرات درون و برون گروهی از آزمون t استفاده شد. از روش الایزای ساندویچی برای سنجش سطوح میلوپراکسیداز سرم استفاده شد. **نتایج**: یافته‌ها نشان داد که میزان تغییرات سطوح میلوپراکسیداز سرم (گروه تجربی: قبل از تمرین: ۱۴/۶۷±۶۴/۵، بعد از تمرین: ۲۸/۸۳±۷۰/۴، گروه کنترل: قبل از تمرین: ۲۴/۸۸±۶۳/۵ ، بعد از تمرین: ۲۵/۳۵±۶۵/۷)(p=۰/۳۹۲) در هیچ یک از گروه‌های تجربی و کنترل معنی‌دار نبود (P≥۰/۰۵). تغییرات بین گروهی (گروه تجربی: ۵/۹+، گروه کنترل: ۲/۳+) نیز از نظر آماری معنی‌دار نبود. **بحث و نتیجه‌گیری**: از یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان نتیجه گرفت که تمرینات ایستگاهی منتخب این پژوهش نمی‌تواند تأثیر لازم را برای بهبود و افزایش کارایی دستگاه ایمنی در افراد غیرفعال ایجاد نماید.

واژه‌های کلیدی: تمرین بی‌هوازی، زنان تمرین نکرده، میلوپراکسیداز

Effect of selective circulate exercise traning on serum myeloperoxidase in females

Abstract

Purpose: The purpose of presentthis study was the investigation of effect of selected circuit exercises on serum Myeloperoxidase levels (MPO) in the untrained females. **Methodology**: 30 women students in fields other than physical education in Sabzevar Payamenur University were randomly selected and divided randomly into two groups: Experimental group (n=15, age: 20.7±0.88 year and body mass index: 24.3±4.19) and Control group (n=15, age: 20.7±1.8 year and body mass index: 21.4±3.33). Experimental group performed circuit training three days in per week in during 8 weeks. Sets increased from three repetitions in the first week to six repetitions in the final week. Training contained three parts: Warm up, anaerobic circuit and cool down. Control group didn't have any activity. Blood samples were obtained from both groups in two turns (before and 24 hour after exercise training) to measuring of changes in the serum myeloperoxidase levels. Sandwich Elisa method was used to measuring of changes in the serum myeloperoxidase levels. Normality of distribution was assessed by Kolmogorov-Smirnov test. Comparisons within groups and between groups were performed by t test. **Result**: The results showed that changes of MPO serum level (experimental group: pre: 64.5±14.67, post: 70.4±8.3, control group: pre: 63.5±24.88, post: 65.7±25.35) wasn't significant in both experimental and control groups (P>0.05) and also the changes of inter-group weren't statistically significant. **Conclusion**: From results of present study can conclude that selected circuit training of this study cannot creates the necessary effect for improved and increased of efficiency of immune system in the non-trained females.

Key words: circuit training, inactive women, Myeloperoxidase (MPO)

✉ **نویسنده مسئول**: افسانه شمشکی

تهران، ده ونک، دانشگاه الزهرا(س)، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، کدپستی ۱۹۹۳۸۹۱۱۷۶، تلفن: ۰۹۱۲۱۳۰۴۵۸۸

E-Mail: shemshakiafsaneh@yahoo.com

مقدمه

دستگاه ایمنی توسط سلول‌های ایمنی در برابر عوامل خارجی از بدن محافظت می‌کند. سلول‌های دفاعی شامل گرانولوسیت‌ها (نوتروفیل‌ها) و آگرانولوسیت‌ها (مونوسیت‌ها و لنفوسیت‌ها) است(۱). نوتروفیل‌ها اولین زیرمجموعه‌ی لکوسیت‌ها هستند که وارد بافت صدمه‌دیده می‌شوند. این سلول‌ها دارای ویژگی بیگانه خواری بوده و با آزاد کردن آنزیم‌های پروتئاز و فسفولیپاز از دانه‌های سیتوپلاسمی خود و نیز از طریق تولید رادیکال‌های آزاد (FR)، میکرب‌های بلعیده‌شده را از بین می‌برند (۲). در انسان یکی از راه‌های در دسترس برای بررسی عملکرد دستگاه ایمنی، گردش خون عمومی است (۳). فعالیت ورزشی باعث تغییرات آشکار در تعداد و توزیع زیرگروه‌های لکوسیت‌های در گردش خون می‌شود. از سویی دیگر ممکن است تغییراتی نیز در میزان تکثیر آن‌ها ایجاد کند (۴،۵). گزارش‌های پژوهشی حاکی از آن است که ورزش شدید منجر به تغییرات زیادی در لکوسیت‌های خون، به ویژه در تعداد و عملکرد آن‌ها می‌شود (۵). ضمن اینکه فعالیت ورزشی به یک نوتروفیلی تأخیری منجر می‌شود. یعنی باعث رها شدن نوتروفیل‌ها از مغز استخوان به گردش خون می‌شود که این حالت ظرفیت بالاتری را برای تولید FR فراهم می‌کند (۶). یافته‌های بسیاری تأیید کرده‌اند که فعالیت فیزیکی نیز به کموتاکسی، بیگانه خواری، دگرانوله‌شدن و فعالیت اکسایشی نوتروفیل‌ها کمک می‌کند (۷). لاگرانها و همکاران (۲۰۰۸) یک دوره تمرین شدید را بر شناگران نخبه مورد بررسی قراردادند (۸). آن‌ها اظهار نمودند که ورزش شدید باعث دگرانوله شدن نوتروفیل‌ها و افزایش غلظت شاخص‌های فعالیت نوتروفیل، مانند: لاکتو فرین، میلوپراکسیداز[1] (MPO) و الاستاز (ELA) در خون می‌شود. اما گلیسون (۲۰۰۷) چنین گزارش کرد که اگر فعالیت شدید برای مدت طولانی ادامه پیدا کند در فعالیت انفجار تنفسی و دگرانوله شدن نوتروفیل‌ها ،کاهش به وجود می‌آید و می‌تواند برای مدت طولانی ادامه داشته باشد (۹). در برخی از پژوهش‌ها گزارش شده است که FR تولیدشده هنگام ورزش شدید باعث تخریب DNA لکوسیت‌ها می‌شود (۱۰) و تجمع نوتروفیل‌ها پس از ورزش می‌تواند ظرفیت تولید برخی شکل‌های ROS را افزایش داده و به عملکردهای سلولی آسیب وارد می‌کند. اما برخی مطالعات پیشنهاد کردند که نوتروفیلی و تولید O^- کافی توسط نوتروفیل‌ها هنگام فشار اکسایشی ناشی از ورزش ممکن است برای سازگاری بافت‌ها با ورزش ضروری باشد (۸). MPO یک آنزیم پراکسیداز است که به وفور در گرانول‌های آزروفیلی نوتروفیل بالغ وجود دارد و مقدار آن می‌تواند به طور مستدل به عنوان یک شاخص بسیار خوب برای گرانولوسیت نوتروفیل در خون و بافت به کار رود (۱۱). MPO با اضافه شدن به محصول رادیکال‌های آزاد نقش مهمی در دفاع میزبان علیه تجاوز میکروارگانیسم‌ها ایفا می‌کند (۱۲). به علاوه MPO قادر است تیروزین را نیز اکسید و توسط پراکسید هیدروژن به تیروزیل تبدیل کند. تیروزیل نیز به عنوان یک عامل اکسنده برای کشتن باکتری‌ها و عوامل خارجی دیگر به کار می‌رود(۱۲). ضمن اینکه MPO به عنوان یک شاخص التهابی برای حمله‌ی قلبی نیز شناخته شده است (۱۳). در پژوهش انجام‌شده توسط پایک و همکاران (۲۰۰۵) که طی آن دونده‌ها ۶۰ دقیقه دو با ۷۰٪ اکسیژن مصرفی بیشینه در سطح هموار (۰٪ شیب) و سرازیری (۱۰٪ شیب) را اجرا کردند، دریافتند که شمار لکوسیت‌ها و نوتروفیل‌ها در ۱/۵ و ۱۲ ساعت پس از فعالیت (دوره‌ی برگشت به حالت اولیه) در گروه سرازیری بیشتر بود؛ بنابراین پژوهشگران فوق چنین استدلال کردند که ورزش شدید منجر به آسیب عضلانی موضعی می‌شود که با آزاد شدن مواد مختلف مانند پروتئین‌های درون سلولی، سایتو کاین‌ها و کمو تاکسی‌ها در اثر پاسخ التهابی فعال می‌شوند. این التهاب منجر به مهاجرت و نفوذ نوتروفیل‌های خون به بافت‌هایی می‌شود که تحت تأثیر قرارگرفته‌اند (۱۴) نیمان و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که در ورزشکاران سه‌گانه‌ی تمرین کرده، پس از تمرین استنتریک (دویدن با ۱۰٪- شیب) شمار نوتروفیل‌ها افزایش داشت (۱۵). فعالیت فیزیکی شدید می‌تواند موجب دگرانوله شدن نوتروفیل‌ها شود. این حالت منجر به افزایش غلظت آنزیم‌های شاخص نوتروفیل در پلاسما یعنی MPO می‌شود. از آنجایی که مشخص‌شده است در فعالیت ورزشی فشار اکسایشی افزایش می‌یابد و MPO با اضافه شدن به گونه‌های اکسیژنی واکنش‌پذیر شاخص خوبی برای دگرانوله شدن سلول است. هم‌چنین می‌تواند پراکسید هیدروژن را طی واکنش انفجار تنفسی نوتروفیل اکسید کند (۱۱،۱۲)، بنابراین میزان حضور و

[1] Myeloperoxidase

نقش اساسی این آنزیم در سازوکار دستگاه ایمنی حائز اهمیت است. با توجه به نقش اساسی آنزیم در فعالیت بیگانه خواری و اهمیت حفظ سلامتی ورزشکاران، ضروری است رفتار نوتروفیل‌ها در الگوهای تمرینی متفاوت مورد بررسی قرار گیرد. از این رو هدف از انجام این پژوهش تعیین اثر تمرین ایستگاهی منتخب بر میزان میلوپراکسیداز سرم خون زنان است.

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نوع نیمه تجربی است و با توجه به طول زمان اجرا از نوع مقطعی حال نگر و به لحاظ استفاده از یافته‌های به دست آمده از نوع کاربردی است. طرح پژوهش از نوع پیش آزمون-پس آزمون با گروه کنترل بود. جامعه‌ی آماری این پژوهش شامل ۲۰۰ نفر از زنان دانشجوی غیر تربیت بدنی و تمرین نکرده‌ی دانشگاه پیام نور سبزوار با دامنه‌ی سنی ۱۸- ۲۵ سال بود؛ که از این بین تعداد ۳۰ نفر به طور تصادفی انتخاب شدند و این گروه نیز به طور تصادفی به دو گروه کنترل (n=15) و تجربی (n=15) تفکیک شدند و نمونه‌ی آماری پژوهش حاضر را تشکیل دادند. جهت تعیین سطح سلامت آزمودنی‌ها از آن‌ها خواسته شد پرسش‌نامه‌ی مربوط به سلامت را تکمیل کنند. از طریق اطلاعات به دست آمده افرادی که سابقه‌ی بیماری‌های قلبی-عروقی، فشارخون و دیابت را داشتند از شرکت در آزمون منع شدند.

پروتکل پژوهش

تمرین به مدت هشت هفته و سه جلسه در هر هفته اجرا شد. مدت زمان تمرین در هفته‌ی اول ۳۰ ثانیه بود که این زمان به مرور به ۶۰ ثانیه در هفته‌ی هشتم رسید. پروتکل تمرینی شامل سه بخش بود:

- گرم کردن (ده دقیقه گرم کردن عمومی و اختصاصی به شکل دویدن‌های ملایم و اجرای حرکات نرمشی)
- حرکات ایستگاهی بی‌هوازی
- سرد کردن (ده دقیقه‌ی انتهایی هر جلسه)

برنامه‌ی تمرینات به شکل ایستگاهی اجرا شد و شش ایستگاه را در بر می‌گرفت (جدول ۱).

هر ایستگاه در ابتدا به صورت ۳۰ ثانیه فعالیت و ۳۰ ثانیه استراحت بین ایستگاه‌ها، اجرا شد. حرکات ایستگاه‌ها شامل طناب زدن در جا، دراز و نشست، شنای سوئدی، زانو بلند، مسگری و حرکت پروانه بود. در طول هشت هفته، زمان کار به یک دقیقه در هر تکرار افزایش یافت و تعداد دورها از سه تکرار در هفته‌ی اول به شش تکرار در هفته آخر رسید.

جدول ۱. برنامه تمرین ایستگاهی

هفته	زمان هر ایستگاه (ثانیه)	استراحت بین ایستگاه‌ها (ثانیه)	تعداد دورها	استراحت بین دورها (دقیقه)
اول	۳۰	۳۰	۳	۱
دوم	۳۰	۳۰	۳	۱
سوم	۴۰	۴۰	۳	۱
چهارم	۴۰	۴۰	۴	۱
پنجم	۵۰	۵۰	۴	۱
ششم	۵۰	۵۰	۵	۱
هفتم	۶۰	۶۰	۵	۱
هشتم	۶۰	۶۰	۶	۱

روش‌های آزمایشگاهی

تواتر قلبی استراحت از آزمودنی‌ها در حالت درازکش و تواتر قلبی هنگام اجرای پروتکل با استفاده از ضربان سنج پولار سنجش شد. شدت فعالیت با تواتر قلبی اندازه‌گیری شد. ابتدا تواتر قلبی بیشینه از فرمول (سن ـ ۲۲۰) محاسبه شد. سپس آزمودنی‌ها با ۶۰٪ تواتر قلبی بیشینه تمرین کردند. نمونه‌های خونی در دو وهله جمع‌آوری شد. اولین نمونه‌گیری خونی یک ساعت قبل از شروع تمرین در حالت ناشتا در جلسه اول گرفته شد. نمونه‌گیری دوم ۲۴ ساعت پس از تمرینات جلسه آخر در هفته هشتم با حالت ناشتا در همان ساعت تکرار شد و سپس با زنجیره سرد برای انجام آزمایش‌ها بعدی به آزمایشگاه منتقل شد.

آنالیز آزمایشگاهی

میزان تغییرات MPO سرمی به روش الایزای ساندویچی به کمک کیت پژوهشی از شرکت Swede, Uppala, Mercodia AB ساخت کشور سوئد اندازه‌گیری شد. درصد ضریب تغییرات درون آزمونی ۸/۱٪ بود.

تحلیل آماری

در این پژوهش از آمار توصیفی برای مشخص نمودن ویژگی آزمودنی‌ها و برای آزمون فرضیه پژوهش از روش‌های آماری استنباطی استفاده شد. از آزمون کولموگروف اسمیرنوف به منظور مشاهده‌ی توزیع نرمال داده‌ها در هر گروه استفاده شد و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها به منظور مقایسه میانگین‌های پیش آزمون و پس آزمون‌ها در داخل گروه از t -همبسته (زوج) و در بین گروه‌ها از t- مستقل استفاده شد. (سطح معناداری α=۰/۰۵ در نظر گرفته شده است)

نتایج

پس از جمع‌آوری داده‌ها و تجزیه و تحلیل آن‌ها نتایج زیر به دست آمده است:

مقادیر و مقایسه درون گروهی میلوپروکسیداز پیش و ۲۴ ساعت پس از یک دوره تمرینات ایستگاهی منتخب با آزمون همبسته (زوجی) سنجیده شد (p≤۰/۰۵). مقادیر در جداول زیر (۲،۳) ارائه شده است.

جدول ۲. مقادیر و مقایسه میلوپروکسیداز سرم پیش و پس از یک دوره تمرینات ایستگاهی در زنان تمرین نکرده

متغیر	میلوپروکسیداز (µg/ml)	
گروه	تمرین	کنترل
پیش آزمون	۶۴/۵±۱۴/۶۷	۶۳/۵±۲۴/۸۸
پس آزمون	۷۰/۴±۲۸/۸۳	۶۵/۷±۲۵/۳۵
df	۱۴	۱۴
میزان t	۰/۸۸۱	۰/۳۱۸
میزان P	۰/۳۹۲	۰/۷۵۵

جدول ۳. مقایسه میزان تغییرات میلوپروکسیداز سرم بین دو گروه کنترل و تمرین

متغیر	میلوپروکسیداز (µg/ml)
میزان تغییرات در گروه تمرین	+ ۵/۹
میزان تغییرات در گروه کنترل	+ ۲/۳
df	۲۸
میزان t	۰/۳۷۳
میزان P	۰/۷۱۲

نتیجه آزمون t مستقل نشان می‌دهد که در میزان تغییرات میلوپروکسیداز سرم بین دو گروه کنترل و تمرین پس از ۸ هفته تمرین ایستگاهی منتخب، تفاوت معناداری مشاهده نشد (p>۰/۰۵).

در یک جمع‌بندی بنا بر داده‌های به دست آمده میزان غلظت میلوپراکسیداز پلاسما پس از تمرین کاهش داشته است؛ اما این کاهش از لحاظ آماری قابل‌توجه نبوده است و همچنین در مقایسه‌ی بین گروه کنترل و گروه تمرین نیز تغییر معناداری مشاهده نشد.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از انجام این مطالعه، بررسی اثر یک دوره تمرین ایستگاهی منتخب بر تغییرات میلو پراکسیداز پلاسما در زنان بی تمرین بوده است. یافته‌های حاصل از این پژوهش حاکی از آن است که یک دوره تمرینات ایستگاهی منظم تغییر قابل‌توجهی را در میزان تغییرات میلو پراکسیداز پلاسما به وجود نمی‌آورد. دوزوا و همکاران (۲۰۰۹) دو روش تمرین متوسط مداوم (۶۰ دقیقه) و تمرین دویدن شدید (۲۰ دقیقه) را بر روی نوار گردان در موش‌ها به مدت پنج هفته مورد بررسی قراردادند (۱۶). نتایج پژوهش دوزوا و همکاران تغییر معناداری در MPO پلاسما و عضله موش‌ها، در هیچ یک از گروه‌ها گزارش نکرده است که با نتایج پژوهش حاضر همسو است. در مقابل موروزو و همکاران (۲۰۰۶) هنگامی که ورزش بسیار شدید را در موش‌ها با برنامه‌ای که شامل شنای تکراری با افزودن وزنه به موش‌ها بود انجام دادند، چنین نتیجه گرفتند که تمرین بسیار شدید باعث افزایش سطح MPO عضله بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از تمرین می‌شود (۱۷). این یافته‌های موروزو و همکاران با نتایج پژوهش حاضر همسو نبوده است که البته این تفاوت ممکن است ناشی از نوع رشته ورزشی و مدت فعالیت انجام‌شده در این پژوهش باشد. در پژوهش موروزو و همکاران نشان داده شده است که MPO پلاسما و عضله‌ی موش‌ها، پس از یک مرحله شنا تا سر حد خستگی افزایش بیشتری نسبت به شنای مرحله‌ای ایجاد می‌کند. بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که تعداد مراحل تمرین عامل مهمی است که می‌تواند در میزان افزایش MPO نقش مؤثر داشته باشد. اما در پژوهشی دیگر که موروزو و همکاران (۲۰۰۳) بر روی شنای مرحله‌ای موش‌ها با همان شدت برای مدت پنج هفته انجام داده بودند، نشان داده شد که موش‌ها پس از یک دوره

تمرین پنج هفته‌ای شنای مرحله‌ای افزایش کمتری در MPO عضله داشتند (۱۸). بنا بر یافته‌های این پژوهشگران، تمرین مرحله‌ای شنا یک سازگاری مثبت به MPO به وجود آورده است که در پژوهش حاضر نیز که مدت تمرین هشت هفته بود نتیجه‌ای مشابه دیده شد. تغییر کم مقادیر MPO در پژوهش حاضر احتمالاً بیانگر آن است که دفاع ضد اکسایشی با فشار اکسایشی ناشی از هشت هفته تمرین ایستگاهی منتخب سازگار شده است. بنابراین احتمالاً می‌توان چنین نتیجه گرفت که پاسخ MPO در ورزش‌های شدید بسیار بارزتر و بااهمیت تر از نقش این آنزیم در تمرینات با شدت متوسط است. گزارش شده است که بین شدت ورزش و سطح دگرانوله شدن نوتروفیل‌های خون ارتباط وجود دارد و زمانی که شدت و مدت هر دو زیاد باشد کارکرد نوتروفیل‌ها تغییر می‌کند (۱۹). شاید نقش آنزیم MPO در فعالیت‌های شدید بارزتر باشد. اخیراً MPO به عنوان یک شاخص معتبر برای دگرانوله شدن نوتروفیل در خون و بافت شناخته شده است (۲۰). ضمن اینکه این آنزیم با اضافه شدن به محصول‌های رادیکال‌های آزاد در دفاع میزبان علیه تجاوز میکروارگانیسم‌هایی که در اثر فعالیت ورزشی شدید ایجاد می‌شود، نقش مهمی به عهده دارد (۱۲). در بررسی پژوهش‌هایی که در ورزش با شدت خیلی زیاد انجام می‌شود مانند دویدن طولانی مدت و شنای شدید افزایش این آنزیم تا حد بسیار بالا گزارش شده است اما در پژوهش‌هایی همانند پژوهش حاضر که شدت تمرین خیلی زیاد نبوده است، تغییری در MPO پلاسما دیده نشد. به نظر می‌رسد مدت و شدت فعالیت ورزشی دو عامل مهم برای فعالیت این آنزیم است. هم چنین سازگاری ایجادشده نسبت به تمرین در میزان افزایش این آنزیم مؤثر است. پژوهش‌های انجام‌شده به این نکته اشاره دارد که معمولاً در زمان تمام ورزش‌ها و پس از آن تعداد نوتروفیل‌ها تا حد قابل‌توجه افزایش پیدا می‌کند ولی تأثیر ورزش روی فرآیند بیگانه خواری نوتروفیل‌ها به مراحل بیگانه خواری وابسته است، البته کیفیت متفاوت پاسخ‌های مشاهده‌شده در ظرفیت چسبندگی و کموتاکسی، به نوع ورزش، شدت ورزش و نوع سلول بیگانه خوار (نوتروفیل، منوسیت یا ماکروفاژ) نیز بستگی دارد. گزارش شده است که در جریان فعالیت ورزشی محتویات گرانول‌های نوتروفیل تخلیه‌شده و آنزیم‌های پروتئولیتیک مانند الاستاز و MPO آزاد می‌شوند. به همین دلیل است که تغییرات در سطح پلاسمایی این آنزیم‌ها به عنوان شاخص فعالیت نوتروفیل‌ها پس از ورزش استفاده می‌شود (۱۸). تحریک طولانی مدت نوتروفیل‌ها توسط یک نوع ورزش ممکن است باعث تخلیه‌ی محتوای دانه‌ها (آنزیم‌ها) و از بین رفتن توان عملکردی این سلول‌ها برای پاسخگویی به عوامل خارجی شود (۱۵). در مقایسه با ورزش متوسط، ورزش سنگین منجر به تغییرات مزمن و بسیار شدید در دستگاه ایمنی به ویژه شمار لکوسیت‌ها و نوتروفیل‌های خون می‌شود. ورزش شدید می‌تواند سرکوب‌کننده‌ی دستگاه ایمنی باشد و عملکرد نوتروفیل‌ها را تضعیف کند (۱۹). تغییر کم مقادیر MPO در پژوهش حاضر احتمالاً بیانگر آن است که دفاع ضد اکسایشی با فشار اکسایشی ناشی از هشت هفته تمرین ایستگاهی منتخب سازگار شده است.بنابراین احتمالاً می‌توان چنین نتیجه گرفت که پاسخ MPO در ورزش‌های شدید بسیار بارزتر و بااهمیت‌تر از نقش این آنزیم در تمرینات سازگاری است. در واقع‌بین شدت ورزش و سطح دگرانوله شدن نوتروفیل‌های خون ارتباط وجود دارد و زمانی که شدت و مدت هر دو زیاد باشد کارکرد نوتروفیل‌ها تغییر می‌کند (۱۸). همین امر می‌تواند نقش مؤثر آنزیم MPO را در فعالیت‌های شدید بارز نماید. چون MPO به عنوان یک شاخص معتبر برای دگرانوله شدن نوتروفیل در خون و بافت شناخته شده است (۱۱). ضمن اینکه این آنزیم با اضافه شدن به محصول‌های رادیکال‌های آزاد نقش مهمی در دفاع میزبان علیه تجاوز میکروارگانیسم‌هایی که در اثر فعالیت ورزشی شدید ایجاد می‌شود، دارد (۱۲). این یافته‌ها حاکی از آن است که عدم مشاهده‌ی اختلاف معنادار در میزان MPO ممکن است ناشی از کاهش فعالیت جمعیت نوتروفیل‌های گردش خون باشد که در اثر تحریک طولانی مدت در اجرای این تمرین ورزشی صورت گرفته است. تغییرات اندک MPO در پایان یک دوره تمرین منظم هشت هفته‌ای احتمالاً نشان‌دهنده‌ی اثر حمایتی تمرین روزهای قبل بوده است. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که احتمالاً تمرینات ایستگاهی منتخب این پژوهش توانسته است در دستگاه دفاع ضد اکسایشی و آسیب‌های بافتی سازگاری ایجاد نماید. اختلاف نظرها که در ادبیات دیده می‌شود ممکن است تا اندازه‌ای ناشی از روش‌های تمرینی باشد که به سبب طبیعت تدریجی پاسخ التهابی حاد روی می‌دهد. از این رو مربیان می‌توانند از اثرات سودمند این نوع تمرین در برنامه تمرینی خود استفاده نمایند.

منابع

1- Koch .A. J. (2010). Immune response to exercise. Brazilian journal ofbiomotricity, v. 4, n. 2, p. 92-103 (issn 1981-6324)

2- Butterfield, T.A. Best, T. M. Merrick, M.A. (2006). The Dual Roles of Neutrophils and macrophages in inflammation: A critical balance between tissue damage and repair. Journal of athletic training 41(4): 457–465

3- Kalinski, M.I.Characterization of biochemical and immunological responses to various types of exercise linked to muscle injury. Med Sport 2007, 11 (1): 1-6

4- Nieman, D. C. (2000). Endurance exercise and the immune response. In: endurance in sport: encyclopaedia of sports medicine, vol. 2, 731–733

5- Pedersen. Klarlund, B. hoffman-goetz, L. (2000). Exercise and the immune system: regulation, integration, and adaptation. Physiological reviews.Vol. 80, No. 3

6- Suzuki, K. Nakaji, S. Yamada, M. Liu, Q. Kurakake, S. Okamura, N. Kumae, T. Umeda, T. Sugawara, K. (2003). Impact of a compe -titive marathon race on systemic cytokine and neutrophil responses. Med Sci Sports Exerc 35: 348–355

7- Leandro, C. G. Manhães,D.C. Raul, N. PithonCuri, E. Cristina , Curi, T. Rui, C. (2007). Adaptative mechanisms of the immune system in response to physical training. Rev Bras Med Esporte. Vol. 13, No 5 – Set/ Out

8- Lagranha,C.J. Levada-Pires, A.C. Sellitti,D.F. Procopio, J. Curi, R. Pithon-Curi, T. C. (2008). The effect of glutamine supplementation and physical exercise on neutrophil function. Amino Acids 34: 337–346

9- Gleeson, M. (2007). Immune function in sport and exercise. J ApplPhysiol 103: 693–699

10- Peake, j.M. suzuki, k.wilson, g. Exercise-induced muscle damage, plasma cytokines, and markers of neutrophil activation. Med. Sci. Sports exercise. vol. 37, no. 5, pp. 737–745, 2005

11- Feyler, A. Voho, A. Bouchardy, C. Koukkanen, K. Dayer, P. Hirvonen, A. Benhamou, S. (2002). Myeloperoxidase _463 g3a polymorphism and lung cancer risk. Cancer epidemiol. Biomark. Prev. 11: 534-544

12- Heinecke, J.W. Li, W. Francis, G.A. Goldstein , J.A. (1993). Tyrosyl radical generated by myeloperoxidase catalyzes the oxidative cross-linkking of proteins. J Clin Invest;91:2866-72

13- Heslop, C.L. Frohlich, J.J. Hill, J.S. (2010).Myeloperoxidase and C-reactive protein have combined utility for long-term prediction of cardiovascular mortality after coronary angiography. J Am CollCardiol; 55: 1102-9

14- Peake, j.M. suzuki, k.wilson, g. Exercise-induced muscle damage, plasma cytokines, and markers of neutrophil activation.Med. Sci. Sports exercise. vol. 37, no. 5, pp. 737–745, 2005

15- Nieman, d. C. Henson,D.A. Smith,L. (2001). Cytokine changes after a marathon race. J. Appl. Physiol. 91:109–114

16- Duzova, H. Karakoc,Y. HanifiEmre,M. Dogan,Z.Y. Kilinc, E. (2009). Effects of acute moderate and strenuous exercise bouts on il-17 production and inflamma- tory response in trained rats. Journal of Sports Science and Medicine 8, 219 – 224

17- Morozov, V.I. Tsyplenkov, P.V. Golberg, N.D. Kalinski, M.I. (2006). The effects of high-intensity exercise on skeletal muscle neutrophil myeloperoxidase in untrained and trained rats Eur J ApplPhysiol 97: 716–722

18- Morozov, V.I. Pryatkin, S.A. Kalinski, M.I. Rogozkin, V.A. (2003). Effect of Exercise to Exhaustion on Myeloperoxidase and Lysozyme Release from Blood Neutrophils. Eur J ApplPhysiolMay; 89(3-4):257-62

19- Neubauer, O. König ,D. Wagner, K.H . (2008). Recovery after an ironman triathlon: sustained inflammatoryresponses and muscular stress. Eur j applphysiol 104:417–426

20- Raj, D.A. (1997). Calcium activated neutrophil protease (calpain) and the neuteophil: their relationship and association with the acute inflammatory response to exercise. Human kinetics.105