# Response of lipid proxidation and antioxidant system to single bout of high intensity interval exercise in elite soccer players

A.A. Gaeini, PhD [1] G. Arbab, PhD Student [2] M.R. Kordi, PhD [3] P. Ghorbani, PhD Student [2]

Professor Department of Exercise Physiology [1], Associate Professor Department of Exercise Physiology [3], Tehran University, Tehran, Iran. PhD Student of Exercise Physiology [2], University of Tehran Kish International Campus, Tehran, Iran.

(Received 12 May, 2012 Accepted 15 Jul, 2012)

## ABSTRACT

**Introduction:** Free radicals can cause lipid proxidation, especially in athletes. The aim of this research was to determine the response of lipid exercise proxidation and antioxidant system to single bout of High Intensity interval Exercise (HIE) in elite soccer players.

**Methods:** In this semi experimental study, 20 football players were selected randomly and divided into experimental and control groups. Both groups participated in high intensity interval exercise protocol. The collected data were analyzed using t-test.

**Results:** The results showed that HIE protocol could significantly increase MDA and GPX in experimental group ($P < 0.05$). But, Intensive exercises didn't significantly change the SOD Indexes in experimental group.

**Conclusion:** The present research results indicate that as a result of a single bout of high intensity interval exercise (HIE), the body is exposed to risk of oxidative stress. In addition, antioxidant system can provide high anti oxidative protection for organism.

*Correspondence:*
*A.A. Gaeini, PhD.*
*Faculty of Physical Education and Sport Sciences. Tehran University of Medical Sciences.*
*Tehran, Iran*
*Tel:+98 912 335 1872*
*Email:*
*aagaeini@yahoo.com*

**Key words:** Oxidative Stress - Malondialdehyde - Antioxidants

# پاسخ پراکسیداسیون لیپیدو دستگاه ضداکسایشی بازیکنان زبده فوتبال به یک جلسه فعالیت ورزشی خیلی شدید (HIE)

**دکتر عباسعلی گائینی [۱] گلناز ارباب [۲] دکتر محمدرضا کردی [۳] پدرام قربانی [۲]**

[۱] استاد گروه فیزیولوژی ورزش، [۳] دانشیار گروه فیزیولوژی ورزش، دانشگاه تهران [۲] دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش، پردیس بین‌الملل کیش، دانشگاه تهران

مجله پزشکی هرمزگان سال هفدهم شماره اول فرودین و اردیبهشت ۹۲ صفحات ۲۷-۲۱

## چکیده

***مقدمه:*** *یکی از موارد آسیب‌زا و مخرب برای مکانیسم عمل بدن ورزشکاران رادیکال‌های آزاد می‌باشد. بدیهی است مقادیر رادیکال آزاد در سلول باعث افزایش پراکسیداسیون لیپیدی می‌شود. مطالعه حاضر با هدف تعیین پاسخ پراکسیداسیون لیپید و دستگاه ضد اکسایشی ورزشکاران به یک جلسه فعالیت ورزشی شدید انجام شد.*

***روش کار:*** *این مطالعه نیمه تجربی، بر روی ۲۰ نفر از بازیکنان تیم ملی فوتبال ناشنوایان انجام شد. افراد مورد مطالعه به صورت هدفمند انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه کنترل و تجربی تقسیم شدند و پس از شرکت در پروتکل فعالیت ورزشی خیلی شدید (HIE) و جمع‌آوری داده‌ها، اطلاعات بدست آمده با استفاده از آزمون t مستقل و وابسته مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفتند.*

***نتایج:*** *پژوهش حاضر نشان داد اجرای پروتکل HIE باعث افزایش معنی‌دار مقادیر MDA و GPX گروه تمرینی در مقایسه با گروه کنترل شده است ($P < ۰/۰۵$). به علاوه، اجرای یک جلسه فعالیت ورزشی شدید تناوبی کوتاه مدت (HIE) تغییر معنی‌داری در مقادیر SOD گروه تمرینی در مقایسه با گروه کنترل ایجاد نکرد.*

***نتیجه‌گیری:*** *بر اساس یافته‌های مطالعه حاضر، می‌توان ادعا کرد شدت فعالیت ورزشی موردنظر، برای ایجاد پراکسیداسیون لیپید و پاسخ دستگاه ضد اکسایشی مناسب می‌باشد، ولیکن توانایی دستگاه ضد اکسایشی در پاسخ به عوامل اکسایشی ناشی از فعالیت ورزشی و در نهایت بیداری سیستم آنتی اکسیدانی متفاوت می‌باشد.*

***کلیدواژه‌ها:*** استرس اکسیداتیو –مالون دی آلدئید –آنتی اکسیدانها

نویسنده مسئول:
دکتر عباسعلی گائینی
دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی
دانشگاه تهران
تهران- ایران
تلفن: ۱۸۷۲ ۳۳۵ ۹۱۲ ۹۸+
پست الکترونیکی:
aagaeini@yahoo.com

دریافت مقاله: ۹۱/۲/۲۳ اصلاح نهایی: ۹۱/۴/۱۱ پذیرش مقاله: ۹۱/۴/۲۵

**مقدمه:**

در ورزش حرفه‌ای، یعنی زمانی که پای تمرینات سخت و شدید به میان می‌آید، به جز فواید باید به عوامل آسیب‌زا نیز توجه کرد. رشته‌های ورزشی که با فعالیت بدنی فشرده همراهند، گاه ممکن است استرس‌زا نیز باشند (۱). یکی از موارد آسیب‌زا و مخرب برای مکانیسم عمل بدن ورزشکاران رادیکال‌های آزاد می‌باشد. بدیهی است مقادیر رادیکال آزاد در سلول باعث افزایش پراکسیداسیون لیپید می‌شود و مقادیر مالون دی آلدئید (MDA) پلاسمایی شاخصی است که در این رابطه اندازه‌گیری می‌شود (۲).

فوتبال ورزشی پیچیده است که در سراسر جهان در حد گسترده‌ای بازی می‌شود و در آن هر بازیکن به مهارتهای تکنیکی و تاکتیکی و جسمانی ویژه‌ای نیاز دارد تا به موفقیت دست یابد (۳). عملکرد بالا در فوتبال به آسیب اکسایشی منجر می‌شود (۳). تمرین‌های فوتبال می‌توانند تعادل بین اکسیدانها و آنتی‌اکسیدانها را بر هم بزنند، که این پدیده را استرس اکسایشی گویند و دلیل آن استرس ناشی از فعالیت ورزشی می‌باشد (۴). به علاوه، استرس اکسایشی با افزایش تولید اکسیدانها یا کاهش چشمگیر توانایی عملکرد آنتی‌اکسیدانها نیز حاصل می‌شود (مانند گلوتاتیون).

از جمله فعالیت‌هایی که به استرس اکسایشی می‌انجامد، فعالیتهای HIT است (۵). توانایی برنامه‌های تمرین‌های تناوبی خیلی شدید (HIT) در گسترش فوری ظرفیت ورزشی و متابولیسم انرژی عضله اسکلتی از سوی پژوهشگران مختلف بررسی شده است. تولید و انباشت گونه‌های اکسیژنی و نیتروژنی فعال ( RONS)(۲) در قالب بخشی از متابولیسم عادی سلولی اتفاق می‌افتد. این تولیدات تحت شرایط استرس ناشی از فعالیت بدنی افزایش می‌یابند (۶).

نشان داده شده است که فعالیتهای ورزشی هوازی ۲۰ تا ۵۰ درصد اکسیژن مصرفی موجود در میتوکندری را صرف تولید رادیکال آزاد می‌کنند (۷). RONS در شرایط عادی بدن با تلاش سدهای دفاعی آنتی‌اکسیدانی مثل کاتالاز (CAT) و سوپراکسید دسموتاز(SOD) و گلوتاتیون پراکسیداز(GPx) و برخی سیستم‌های غیرآنزیمی دفاعی مثل ویتامین C وE و گلوتاتیون، غیرفعال و خنثی می‌شود (۸). تمرین‌های منظم ورزشی باعث افزایش فعالیت عوامل آنتی‌اکسیدانی SOD، CAT، GPx می‌شوند. رویکرد پایه برای اندازه‌گیری استرس اکسایشی، به صورت اندازه‌گیری میزان پراکسیداسیون لیپیدها یا اسیدهای چرب است (۹).

سسیلیا و همکارانش، تأثیر ۳ روز فعالیت ورزشی متوالی بر شاخص‌های استرس اکسایشی را مطالعه و در آن آزمودنی‌ها مسافت ۳۰ کیلومتر را دوچرخه سواری کرده و نمونه‌های خونی قبل و بعد از آزمون برای تعیین شاخص‌های MDA ، TAS و ویتامین E گردآوری شده است. یافته‌های وی نشان داد مقادیر مالون دی آلدئید بعد از ۳ روز فعالیت ورزشی اینتروال زیر بیشینه تغییر معنی‌داری نداشته است، در صورتی که مقادیر TAS و ویتامین E بعد از ۳ روز فعالیت ورزشی اینتروال بیشینه شدید در نمونه خونی آزمودنی‌ها افزایش معنی‌داری داشته است. همچنین، کاهش معنی‌داری در میزان MDA به دنبال فعالیت ورزشی بیشینه در نمونه خونی آزمودنی‌ها دیده شده است (۱۰).

در تحقیقی دیگر، افزایش فعالیت آنزیمی SOD و CAT در پلاسمای خون بازیکنان فوتبال به سازگاری ضد اکسایشی با برنامه تمرینی HIT دیده شده است. نتایج نشان دادند، برنامه تمرینی HIT نقش حمایتی در مقابل استرس اکسایشی حاصل از فعالیت ورزشی دارد که این مطلب، با مشاهده مقادیر زیاد فعالیت SOD در پلاسمای خون بازیکنان فوتبال، تائید شد (۱۱).

لوین و همکارانش نشان دادند ظرفیت بیشتر آنتی‌اکسیدان در جریان شدت فعالیت کمتر از ۵۰٪ $Vo_{2max}$ بدست نمی‌آید (۱۲).

تصور می‌شود هنگام فعالیت ورزشی مقادیر آنتی‌اکسیدانی افزایش می‌یابند تا مواد حاصل از استرس اکسایشی ناشی از یک فعالیت شدید ورزشی را خنثی کند. این سازوکار باعث حفظ شرایط عادی بدن می‌شود. از طرف دیگر، ورزشکاران اغلب به یک برنامه تمرینی برای رسیدن به حداکثر آمادگی در یک دوره زمانی کوتاه به ویژه پس از دوره‌های عدم فعالیت نیاز دارند. در چنین مواقعی تمرین‌های تناوبی خیلی شدید (HIT) مورد توجه قرار می‌گیرند (۱۳). این مطلب گواه آن است که شدت بالایی از تمرین برای ایجاد پاسخ در دستگاه ضداکسایشی نیاز است. علی‌رغم افزایش رادیکال‌های آزاد به دنبال فعالیت ورزشی به خصوص ورزش‌های هوازی و تغییرات مقادیر اکسایشی و ضداکسایشی در هنگام و پس از فعالیت ورزشی، هنوز مشخص نیست که اجرای یک جلسه فعالیت ورزشی خیلی شدید (HIE)، تا چه حدی می‌تواند بر سیستم ضداکسایشی اثر گذاشته و آن را فعال سازد.

در این پژوهش با همین رویکرد به بررسی پاسخ پراکسیداسیون لیپیدو پاسخ دستگاه ضداکسایشی بازیکنان زبده فوتبال به یک جلسه فعالیت ورزشی شدید تناوبی کوتاه مدت (HIE)، پرداخته شد.

## روش کار:

پژوهش حاضر به روش نیمه تجربی است. جامعه آماری بازیکنان تیم ملی فوتبال ناشنوایان کشور در سال ۱۳۹۰ بودند که برای شرکت در مسابقات آسیایی کره جنوبی در اردوی آمادگی به سر می‌بردند. تعداد ۲۴ نفر از راه یافتگان به مرحله نهایی اردوی آمادگی تیم ملی با هماهنگی کامل فدراسیون ناشنوایان ایران، کادر مربیگری تیم و داوطلبانه به عنوان نمونه در دسترس و هدفمند انتخاب شدند. از این تعداد، با بررسی‌های به عمل آمده و توضیح اطلاعات مربوط به HIE، ۲۰ نفر آمادگی خود را برای شرکت در پژوهش اعلام کردند. پس از اخذ رضایت‌نامه، ۲۰ نفر مذکور به روش تصادفی به گروههای تجربی (n=۱۰) و کنترل (n=۱۰) تقسیم شدند. یک هفته قبل از اجرای یک جلسه فعالیت ورزشی تناوبی شدید، آزمودنی‌ها با روش اجرای آزمون آشنا شدند. مشخصات آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها شامل: قد، وزن و شاخص توده بدنی یک هفته قبل از اجرای آزمون RAST سنجیده شد.لازم به ذکر است که رژیم غذایی آزمودنی‌ها کنترل شد (جدول شماره ۱).

برنامه تمرینی تک جلسه‌ای تناوبی شدید کوتاه مدت (HIE)، به این صورت اجرا شد که آزمودنی‌های گروه تمرینی بعد از ده دقیقه گرم کردن با حداکثر توان در آزمونی دو مرحله‌ای شرکت کردند. آزمون شامل دویدن با حداکثر سرعت، به فاصله ۳۵ متر و شش تکرار در دو وهله بود که بین هر تکرار ۱۰ ثانیه استراحت و بین وهله اول و دوم چهار دقیقه استراحت وجود داشت (آزمون RAST). از گروه کنترل درخواست شد که در

مدت اجرای پژوهش از انجام هر گونه فعالیت بدنی خودداری کنند. رکورد آزمون RAST تا صدم ثانیه محاسبه شد.

پیش از آزمون وزن و ترکیب بدن آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. نمونه‌های خونی از سیاهرگ بازویی دست راست برای سنجش مقادیر پایه پراکسیداسیون لیپید و ضداکسایشی (پیش آزمون) از هر دو گروه گرفته شد (۱۵cc) و نمونه‌ها در ظرف مخصوص حاوی یخ به آزمایشگاه منتقل شد. پس از اتمام آزمون، نمونه‌های خونی پس آزمون از هر دو گروه گرفته شد و این نمونه‌ها نیز در ظروف مخصوص حاوی یخ به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌های خونی آزمودنی‌ها در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد در فریزر نگهداری شد. برای جداسازی سرم از پلاسما، نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه قرار داده شدند، سپس توسط دستگاه سانتریفوژ (مدل Dlasent-12 انگلستان) به مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه و با سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شدند. همه اندازه‌گیریها پیش و پس از آزمون توسط یک تکنسین که نسبت به وضعیت آزمودنی‌ها بی‌اطلاع بود، انجام گرفت. مقادیر MDA از کیت HPLC ساخت کشور آلمان و مقادیر SOD و GPX با استفاده از کیت کمپانی (IBL ) آلمان (به ترتیب با حساسیت‌های 0.92$\mu$ mol/L ،0.3U/L و U/ L0.13) به روش الایزا توسط دستگاه Elisa Stat Fax 2100 اندازه‌گیری شد.

پس از جمع‌آوری داده‌های خام، از روشهای توصیفی برای دسته‌بندی داده‌ها و از روشهای استنباطی نیز برای بررسی تغییرات هر یک از شاخص‌ها استفاده شد. برای این منظوراز آزمون t مستقل برای مقایسه تغییرات متغیرهای بین گروهی و از آزمون t وابسته برای مقایسه‌های درون گروهی استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۹ استفاده شد. حداقل سطح معنی‌داری در آزمون، فرض‌های مربوطه ($P\leq ۰/۰۵$) در نظر گرفته شد.

## نتایج:

از ۲۰ آزمودنی شرکت‌کننده در این پژوهش ۱۰ نفر گروه تمرینی در همه مراحل پژوهش شرکت کردند و آزمودنی‌های گروه کنترل بدون شرکت در پروتکل تنها در سنجش‌های پیش و پس آزمون شرکت کردند. متغیرهای اندازه‌گیری شده در گروه تمرینی و کنترل، شامل میانگین و انحراف استاندارد مشخصات آزمودنی‌ها در جدول شماره ۱ ارایه گردیده است. داده‌های جدول شماره ۲ نشان می‌دهد اجرای یک جلسه فعالیت ورزشی شدید تناوبی کوتاه مدت (HIE) باعث افزایش معنی‌دار مقادیر MDA و GPX گروه تمرینی در مقایسه با گروه کنترل شده است ($P<۰/۰۵$). به علاوه، اجرای یک جلسه فعالیت ورزشی شدید تناوبی کوتاه مدت (HIE) تغییر معنی‌داری در مقادیر SOD گروه تمرینی، در مقایسه با گروه کنترل ایجاد نکرد.

**جدول شماره ۱- ویژگی‌های فردی گروههای تجربی و کنترل (میانگین ± انحراف معیار)**

| متغیرها / گروهها | تعداد آزمودنی‌ها | سن (سال) | قد (سانتی‌متر) | وزن (کیلوگرم) | شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع) |
|---|---|---|---|---|---|
| گروه تجربی | ۱۰ | ۲۵/۷۵±۳/۹۹ | ۱۷۷/۲۵±۵/۰۶ | ۶۹/۶۲±۷/۷۴ | ۲۲/۱۸±۲/۳۵ |
| گروه کنترل | ۱۰ | ۲۴/۶۲±۴/۰۳ | ۱۷۶/۶۲±۶/۶۹ | ۷۰/۳۷±۶/۳۶ | ۲۲/۵۰±۰/۰۴۷ |

**جدول شماره ۲- تغییرات پیش و پس آزمون MDA، SOD و GPX در گروههای کنترل و تجربی**

| متغیرها | گروهها | پیش آزمون | | پس آزمون | | t | سطح معنی داری |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | انحراف معیار | میانگین | انحراف معیار | میانگین | | |
| MDA ($\mu$mol/L) | کنترل | ۰/۲۶۸ | ۱/۹۵۱ | ۰/۳۲۸ | ۱/۹۲۹ | ۰/۷۷۶ | ۰/۴۵۷ |
| | تجربی | ۰/۳۲۸ | ۲/۱۷۷ | ۰/۳۲۸ | ۲/۲۴۸ | -۷/۲۵۵ | ۰/۰۰۰ |
| SOD (U/L) | کنترل | ۷۴۸/۹ | ۱۹۲۵/۹ | ۸۲۷/۷ | ۱۹۱۸/۴۰ | ۰/۱۰۰ | ۰/۹۲۳ |
| | تجربی | ۶۷۷/۱ | ۲۵۶۸/۰۵ | ۷۵۱/۴ | ۲۶۲۲/۱۶ | -۱/۵۹۵ | ۰/۱۴۵ |
| GPX (U/L) | کنترل | ۱۷۳/۸ | ۶۲۷/۸۲ | ۱۹۰/۴ | ۶۰۱/۲۶ | -۲/۲۵۰ | ۰/۰۵۱ |
| | تجربی | ۱۳۸/۶ | ۷۰۳/۱۹ | ۱۳۳/۶ | ۸۰۰/۳۴ | -۱/۱۷۱ | ۰/۲۷۲ |

**بحث و نتیجه‌گیری:**

پژوهش حاضر، جز معدود مطالعاتی است که در آن پاسخ پراکسیداسیون لیپیدو دستگاه ضداکسایشی بازیکنان زبده فوتبال به یک جلسه فعالیت ورزشی خیلی شدید (HIE)، بررسی شد. نتیجه پژوهش حاضر نشان داد اجرای پروتکل HIE باعث افزایش معنی‌دار مقادیر MDA و GPX گروه تمرینی در مقایسه با گروه کنترل شده است ($P<0/05$). به علاوه، اجرای یک جلسه فعالیت ورزشی شدید تناوبی کوتاه مدت (HIE) تغییر معنی‌داری در مقادیر SOD گروه تمرینی در مقایسه با گروه کنترل ایجاد نکرد.

مطالعات گوناگونی رابطه بین فعالیت ورزشی، افزایش اکسیژن مصرفی و افزایش تولید ROS را گزارش کردند. بنرجی و همکارانش در پژوهشی نشان دادند مقدار SOD بعد از فعالیت ورزشی تناوبی شدید کوتاه مدت نسبت به شرایط کنترل تغییر معنی‌داری ندارد. این مسئله می‌تواند در بخشی ریشه در ناتوانی سیستم آنتی‌اکسیدانی در تولید آنزیم سوپراکسید دسموتاز، در غلبه بر تولید اکسیدانها در ساعت اولیه بعد از فعالیت ورزشی داشته باشد.

عدم اثر معنی‌دار یک جلسه فعالیت ورزشی خیلی شدید بر شاخص (SOD)، احتمالاً به زمان خونگیری پس از فعالیت ورزشی پژوهش حاضر بر می‌گردد، تاولر و همکارانش، کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانها را به دنبال یک دوره فعالیت ورزشی حاد نشان دادند. پژوهش‌ها درباره پاسخ ضد اکسایشی به فعالیت ورزشی نتایج مشابهی ارائه نکرده‌اند و برخی پژوهش‌ها، پس از فعالیت ورزشی کاهش SOD را گزارش کرده‌اند. فیشر و همکارانش، به بررسی پاسخ آنزیمی آنتی‌اکسیدانهای لنفوسیتی به دنبال استرس اکسایشی ناشی از تمرین بیشینه پرداختند که افزایش معنی‌دار، مقادیر لنفوسیتی سوپراکسید سموتاز و کاتالازو گلوتاتیون پراکسیداز پس از تمرین HIT از جمله نتایج این پژوهش می‌باشد.

در تحقیق دیگری، افزایش فعالیت آنزیمی SOD و CAT در پلاسمای خون بازیکنان فوتبال با سازگاری آنتی‌اکسیدانی با برنامه تمرینی HIT، گزارش شده است. همچنین، نتایج نشان داده است، برنامه تمرینی HIT نقش حمایتی در مقابل استرس اکسایشی حاصل از فعالیت ورزشی دارد. این مطلب با مشاهده مقادیر زیاد فعالیت SOD در پلاسمای خون بازیکنان فوتبال تأیید شد. همچنین، در پژوهشی دیگر افزایش معنی‌دار سوپراکسید دیسموتاز SOD، CAT و GPX در لنفوسیتها بعد از برنامه تمرینی HIT در روز اول و دوم پس از تمرین، در شرایط آزمایشگاهی مشاهده شده است. علت اختلاف در ویژگی‌های آزمودنی‌ها و تفاوت در زمانهای مختلف نمونه‌گیری و همچنین تفاوت در نحوه اجرای پروتکل فعالیت ورزشی بیان کردند. برخی پژوهشگران، کاهش فعالیت دستگاه ضد اکسایشی را به دنبال یک دوره ورزشی واماندەساز نشان دادند. در حالی که برخی دیگر افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان را مشخص کردند.

از عوامل اثرگذار، بر پاسخ دستگاه ضداکسایشی می‌توان به استرس هیجانی و عصبی که منجر به افزایش مقادیر گلوکو کورتیکوئیدی می‌شود، اشاره کرد (۱۴). در پژوهشی گزارش شد که کورتیزول پلاسمایی در واکنش به دماهای بالا در فصول گرم و اوایل صبح افزایش یافته و این افزایش به کاهش مقدار گلوتاتیون و فعالیت سوپراکسید دسموتاز اریتروسیتی در موش‌های صحرایی منجر می‌شود (اورزچوسکی و همکارانش، ۲۰۰۰) (۱۵). لذا افزایش مقادیر کورتیزول که اوج آن در اوایل صبح رخ می‌دهد، می‌تواند افزایش استرس اکسایشی و مقادیر آن را در پژوهش حاضر تا حدودی توجیه کند.

از دیگر موارد اثرگذار بر پاسخ دستگاه ضداکسایشی، می‌توان به قرار گرفتن در معرض محرکهای مختلفی نظیر دود سیگار، ازون، رژیم غذایی پرچرب، پرکربوهیدرات و محرکهای فیزیولوژیکی مثل استرس ذهنی و بدنی اشاره کرد (۱۶). لذا عدم همسویی نتایج پژوهش‌های مختلف درباره تأثیر فعالیت ورزشی بر پاسخ دستگاه ضداکسایشی می‌تواند ریشه در این مسائل داشته باشد. همچنین در این پژوهش، مقادیر شاخص GPX، پس از فعالیت ورزشی افزایش معنی‌داری یافت. چاکرا بورتی و همکارانش دریافتند، فعالیت ورزشی کوتاه مدت، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را در عضله اسکلتی، قلب و کبد افزایش می‌دهد. این پژوهشگران گزارش کردند آستانه و اندازه تحریک در میان آنزیم‌ها و بافت‌ها فرق می‌کند. در پژوهش حاضر، این شدت فعالیت ورزشی، پراکسیداسیون لیپیدی را فعال کرده، اما به نظر می‌رسد توانایی دستگاه ضداکسایشی در تولید پاسخ پس از فعالیت ورزشی، متفاوت است. نقطه حائز اهمیت در این کار تحقیقی، این است که مقادیر GPX بلافاصله پس از فعالیت ورزشی افزایش معنی‌داری داشته است، در حالی که در مقادیر SOD تغییر معنی‌داری مشاهده نشد.

گزارش شده است که در انسان، فعالیت بیشتر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان با حداکثر VO2 ارتباط دارد و ورزشکاران ورزیده فعالیتهای CAT و SOD بیشتری در عضلات اسکلتی خود

دارند (۱۷). از این رو به نظر می رسد با توجه به اینکه بازیکنان تیم ملی فوتبال ناشنوایان در اردوی آماده سازی بوده و برای اعزام به مسابقات جهانی آماده می‌شدند، لذا احتمالاً به دلیل بالا بودن VO2max، ورزیده بودن آزمودنی‌ها و بالا بودن احتمالی مقادیر پایه SOD در قبل از فعالیت ورزشی، یک جلسه فعالیت ورزشی خیلی شدید HIE نتوانسته است بر سطوح SOD تاثیر معنی‌دار داشته باشد.

در نهایت، در پژوهش حاضر الگوی تغییرات عوامل اکسایشی و پاسخ دستگاه ضد اکسایشی به یک جلسه فعالیت ورزشی تناوبی شدید کوتاه مدت، مشابه یکدیگرند و می‌توان ادعا کرد شدت فعالیت ورزشی موردنظر، برای ایجاد پراکسیداسیون لیپید و پاسخ دستگاه ضداکسایشی مناسب می‌باشد، ولیکن توانایی دستگاه ضداکسایشی در پاسخ به عوامل اکسایشی ناشی از فعالیت ورزشی، متفاوت می‌باشد و نمی‌توان درباره میزان دقیق تأثیر فعالیت ورزشی بر پاسخ دستگاه ضداکسایشی و در نهایت بیدارسازی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان پس از فعالیت ورزشی، نتیجه‌گیری قطعی داشت.

لذا لزوم اجرای پژوهش، درباره مقادیر پاسخ دستگاه ضداکسایشی در زمانهای متفاوت پس از فعالیت ورزشی و بررسی و تعیین تأثیر فعالیت ورزشی بر این مقادیر، احساس می‌شود. گرچه در این کار پژوهشی، تغذیه کنترل گردید، اما سازه‌هایی چون استرس و شرایط محیطی و همچنین، حجم محدود نمونه و تک جلسه بودن پروتکل فعالیت ورزشی، احتمالاً می‌تواند یافته‌های این پژوهش را تحت تأثیر قرار داده باشد. لذا، اگر ورزشکاران مدت زمان بیشتری را برای مشارکت در برنامه تمرینی پژوهش داشتند، این امکان را به ما می‌داد تا از برنامه تمرینی چند جلسه‌ای در پژوهش استفاده نماییم. بنابراین، اجرای پژوهش‌هایی با حجم نمونه بیشتر و کنترل دقیق‌تر محدودیت‌ها و نیز پروتکل چند جلسه‌ای در همین جامعه آماری پیشنهاد می‌شود.

**سپاسگزاری:**

از کلیه آزمودنی‌ها کمال سپاسگزاری را داریم. همچنین، پژوهشگران مراتب سپاس و قدرانی خود را از سرمربی تیم ملی فوتبال ناشنوایان و نیز اساتید محترم آقایان دکتر عباسعلی گائینی و محمدرضا کردی اعلام می‌دارند.

## منابع

## References

1. Escobar M, Oliveria MWS, Beher GA, Zunotto-Filho A, Llha L, Canha GDS, et al. Oxidative Stress in Young Football (Soccer) Players in Intermittent High Intensity Exercise Protocol; *Journal of Exercise Physiology*. 2009;12:1-10.
2. Metin G, Atukeren P, Alturfan AA, Gulyasar T, Kaya M, Gumustas MK. Peroxidation, Erythrocyte Superoxide-dismutase activity and trace metals in young male footballers. *Yonesi Med J*. 2003;44:979-986.
3. Helgrud J, Engen LC, Wisloff U, Hoff J. Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33:1925-1931.
4. Iaia FM, Rampinini E, Bangsbo J. High-Intensity Training in Football. *Int J Sports Perform*. 2009;4:291-306.
5. Ekblom BJ. The effect of physical training in adolescent boys. *J Appl Phisiol*. 1969;27:350-355.
6. Bloomer RJ, Goldfarb AH, Wideman L, Mckenzie MJ, Consitt LA. Effect of acute an aerobic exercise on blood markers of oxidative stress. *J Strength Cond Res*. 2005;19:276-285.
7. Clarkson PM. Antioxidants and physical performance. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 1995;35:131-141.
8. Fehrenbach E, Northoff H. Free radicals, exercise, apoptosis, and heat shock proteins. *Exerc Immunol Rev*. 2001;7:66-89.
9. Finaud J, Lac G, Filaire E. Oxidative stress: relationship with exercise and training. *Sports Med*. 2006;36:327-358.
10. Shing CM, Peake JM, Ahern SM, Strobel NA, Wilson G, Jenkins DG, et al. The effect of consecutive days of exercise on markers of oxidative stress; *Appl Physiol Nutr Metab*. 2007;32:677-685.

11. Radak Z, Taylor AW, Ohno H, Goto S. Adaption to exercise-induced oxidative estress from muscle to brain. *Exerc Immunol Rev*. 2001;7:90-107.

12. Lovlin R, Cottle W, Pyke I, Kavanagh M, Belcastro AN. Are indices of free radical damage related to exercise intensity. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1987;56:313-316.

13. Farzad B, Gharakhanlou R, Agha-Alinejad H, Bahraminejad M, Bayati M, Mehrabian F, et al. Effect of 4 weeks of Supramaximal sprint interval training on Physiological Hormonal and Metabolic Factors. *Iranian Journal of Endocrinology & Metabolism*. 2010;12:25-31.

14. Aleksandroskii IVA, Poiurovskii MV, Neznamov GG, Seredeniia SB, Krasova EA. Lipid peroxidation in emotional stress and neurotic disorders. *Zh Nevoropatol Pshikhiatr Im S S Koraskova*. 1988;88:95-101.

15. Orzechowski A, Ostaszewski P, Brodnicka A, Wilczak J, Jank M, Balasinska B. Excess of glucocorticoids impairs whole-body antioxidant status in young rats-relation to the effect of dexametasone in soleus muscle and spleen. *Horm Metab Res*. 2000;32:174-180.

16. Valko M, Leibfritz D, Moncol J, Cronin M, Mazur M, Telser J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*. 2007;39:44-84.

17. Jenkins RR, Goldfarb A. Introduction: oxidant stress, aging, and exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 1993;25:210-212.