تاثیر فعالیت تمرینی شدید بر بیان ژنی آنزیم کاتالاز لنفوسیتی بازیکنان فوتبال

محسن اکبرپور[۱]✉، حمید امینی [۲]، جواد آقازاده [۲]، احترام عیسی نژاد [۳]

۱. استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه قم
۲. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه آزاد واحد شهر ری
۳. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی ، دانشگاه ازاد واحد علوم تحقیقات تهران

تاریخ دریافت مقاله:۹۳/۴/۱۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۳/۱۱/۶

چکیده

هدف: مطالعات نشان داده است که تمرینات ورزشی شدید با افزایش سطح رادیکال های آزاد و ایجاد شرایط استرس اکسیداتیو همراه است، لذا هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر فعالیت تمرینی شدید بر تغییرات بیان ژنی آنزیم کاتالاز لنفوسیتی در بازیکنان فوتبال بود. **روش شناسی:** در این پژوهش ۹ نفر فوتبالیست جوان آماتور (۱۶-۱۸سال) از میان بازیکنانی که داوطلب شرکت در این تحقیق بودند به صورت تصادفی ساده انتخاب شد. در سه مرحله قبل از انجام آزمون ورزشی شدید GXT (Graduate Exercise Test)، بلافاصله بعد از آزمون ورزشی و ۳ ساعت بعد از آن در هر بار به مقدار۴میلی لیتر خون از آزمودنی های جهت سنجش سطوح mRNA کاتالاز جمع آوری شد. **نتایج:** یافته ها نشان داد سطوح mRNA کاتالاز لنفوسیتی فوتبالیست های جوان بلافاصله پس از فعالیت(p = ۰/۱۷) و ۳ ساعت پس از فعالیت ورزشی (p = ۰/۰۸) به طور غیر معنی داری افزایش یافت. **بحث و نتیجه گیری:** بر اساس نتایج تحقیق مشخص شد که فعالیت ورزشی شدید باعث افزایش غیر معنی دار سطح mRNAکاتالاز لنفوسیتی بازیکنان جوان فوتبال می شود که این امر احتمالا به دلیل سازگاری در فرایند پس از رونویسی mRNAکاتالاز لنفوسیتی در بازیکنان فوتبال می باشد.

کلید واژه‌ها: بیان ژن، کاتالاز، فعالیت شدید، فوتبالیست‌های جوان.

The effect of intensity exercises training on Catalase Enzyme Gene Expression in soccer players

Abstract

Purpose: Studies have shown that intense exercise training associated conditions with increases levels of free radicals and oxidative stress thus the aim of this study was to investigate effect of intense exercises on Catalase Enzyme Gene Expression in soccer players. **Method:** Nine male soccer players amateur (16-18age) for Among the players who participated in the study volunteers were randomly selected and participated in this study. blood samples were taken in three stages, before GXT exercise test (graduate exercise test), immediately and 3 hours after exercise to determine mRNA of catalase. **Results :** Findings showed no significant increase in the mRNA catalase of lymphocyte in young soccer players immediate (p=0.17) and 3 hour after incremental exercise (p=0.08). **Conclusion:** According to the results of this study, it was determined that intense exercise training causes no significant increase in the mRNA catalase of lymphocyte in young soccer. This may be due to the adaptation process of catalase mRNA transcription lymphocytes in football players.

Keywords: gene expression - catalase - intense exercise - young soccer's

✉ **نویسنده مسئول:** محسن اکبرپور تلفن: ۰۹۱۳۱۸۳۹۱۹۸
آدرس: گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه قم ، قم.
پست الکترونیکی akbarpour.mohsen@gmail.com

مقدمه

در فرایند اکسایش زیستی سلولها، مواد مغذی می سوزند و انرژی لازم برای ادامه حیات را تامین می کنند، در طی این فرایند سوخت و سازی تعدادی اکسیژن قوی(اکساینده) تولید می شود(۱, ۲). این اکساینده ها شامل سوپر اکسیدار(O^{o-2})، هیدروژن پراکساید(H2O2)،بنیان پراکسیل(ROO^{o}) و بنیان هیدروکسیل(OH^{o}) هستند(۳). این بنیان ها با پروتئین ها، اسیدهای نوکلئیک،لیپیدها و سایر ملکولها واکنش می دهند و با تغییر ساختمان طبیعی آنها سبب ایجاد ضایعات بافتی و در نتیجه بروز آترواسکلروز،بیماری های التهابی، سرطان،دیابت نوع۲ و آلزایمر می شوند(۱, ۴). پروکسیدان ها (بنیان های آزاد) تولید شده در فرایند متابولیکی سلول توسط ترکیبات ضد اکساینده تجزیه شده و یا اثر آنها خنثی می گردد. در سلول های سالم بین پراکسیدان ها و ضد اکساینده ها تعادل وجود دارد در صورتی که این تعادل در سلول با افزایش پراکسیدان ها و یا کاهش ضد اکساینده ها برهم بخورد استرس اکسایشی رخ می دهد که این امر در صورت طولانی شدن منجر به بروز آسیب جدی در سلول خواهد شد(۱, ۵, ۶). علاوه براین از آنجا که موجودات زنده دائما در معرض استرس اکسایشی قرار دارند، از سازوکارهای دفاع ضد اکسایشی نیز برخوردار می باشند این ضد اکساینده ها شامل دو نوع آنزیمی و غیر آنزیمی هستند، ضد اکساینده های غیر آنزیمی شامل ویتامین های C،E،A و ترکیباتی مانند بتا کاروتن و متابولیتهای نظیر گلوتاتیون هستند و ضد اکساینده های آنزیمی شامل کاتالاز،گلوتاتیون ردوکتاز،گلوتاتیون پراکسیداز و سوپراکسایددیسموتاز می باشند(۴, ۷). آنزیم ضد اکساینده کاتالاز در بیشتر سلولهای هوازی حضور دارد، این آنزیم دارای ساختاری با چهار زنجیره پلی پپتیدی و چهار گروه هِم است که در هر زنجیره آن بیش از ۵۰۰ اسید آمینه وجود دارد و مهمترین عملکرد آن تبدیل پراکسید هیدروژن به آب و ملکول اکسیژن است(۴, ۸). آنزیم کاتالاز تحت تاثیر عواملی متعددی مانند دیابت،پوکی استخوان،فعالیت بدنی،جنسیت و افزایش سن قرار می گیرد(۹, ۱۰). نتایج برخی پژوهش ها نشان می دهد که بین افراد ورزشکار و افراد کم تحرک از نظر پاسخ های ضد اکسایدانی تفاوت های وجود دارد، به طوری که افراد ورزشکار از سطح کاتالاز بیشتری برای مقابله با عوامل التهابی و بنیان های آزاد بهره می برند(۱۰)، هم چنین، بیشتر پژوهش ها نشان داده اند یک وهله تمرین خسته کننده یا فعالیت ورزشی شدید، و یا طولانی مدت سبب افزایش شاخص استرس اکسایشی و کاهش ظرفیت تام ضداکسیدانی می شود(منبع) . از آنجا که ورزش فوتبال نیز یک ورزش پر برخورد و خسته کننده می باشد، از این رو بازیکنان فوتبال نیز در معرض آسیب های استرس اکسایشی قرار دارند(۱۱). مطالعات نشان داده است که شرکت در فعالیت های ورزشی شدید باعث افزایش تولید گونه های فعال اکسیژن (پراکسیدان ها) در عضلات اسکلتی،کبد و قلب می شود. لذا دستگاه دفاعی بدن برای مقابله با استرسهای اکسایشی و شرایط التهابی از ضد اکساینده های نظیر سوپر اکسید دسمیوتاز،کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز بهره می گیرد(۱۲, ۱۳). در این خصوص کیسی و همکاران[1] (۲۰۱۲) کاهش سطح آنزیم کاتالاز سرم را پس از اجرای فعالیت شدید در بازیکنان فوتبال نشان داد(۱۴) از آنجا که پژوهش های انجام شده پیرامون اثر فعالیت ورزشی شدید بر سطح بیان ژنی(mRNA) کاتالاز لنفوسیتی به خصوص در بازیکنان فوتبال اندک می باشد و همچنین، با توجه به بالابودن هزینه انرژی مصرف اکسیژن در بازیکنان فوتبال و در معرض استرس اکسایشی قرار داشتن این افراد، هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر یک جلسه فعالیت شدید فزاینده بر سطوح mRNA کاتالاز لنفوسیتی بازیکنان فوتبال بود.

روش‌شناسی پژوهش

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی با اندازه گیری مکرر بودکه جامعه آماری آن را فوتبالیست های جوان آماتور استان قم تشکیل دادند. در پژوهش حاضر پس از اعلام فراخوان پژوهشی، بازیکنانی که طی فراخوان اعلام شده، داوطلب شرکت در این پژوهش بودند، پرسشنامه حاوی مشخصات فردی،تاریخچه سلامتی را در یافت نموده و تکمیل کردند. از میان آزمودنی های داوطلب ۹ نفر فوتبالیست جوان (۱۶- ۱۸سال) که حداقل ۳ بار در هفته تمرین فوتبال انجام می دادند و در شروع فصل مسابقه قرار داشتند به صورت تصادفی ساده انتخاب شدند. قبل از شروع تحقیق ، آزمودنی ها از ماهیت ، اهداف و خطرات احتمالی تحقیق آگاهی یافتند و پس از اخذ رضایت نامه از آنها بررسی های لازم (نداشتن سابقه بیماری های زمینه ای همچون آسم ، نداشتن مصدومیت های ورزشی در ۳ ماه تمرینات پیش

فصل ، عدم مصرف مکمل ها و قرص های نیروزا و عدم مصرف دخانیات) به عمل آمد. برای اندازه گیری عوامل فیزیولوژیک همانند قد و وزن به ترتیب از قد سنج دیواری SECAساخت آلمان با دقت ۰/۱ میلیمتر و ترازوی دیجیتال *SOEHNLE* ساخت ایتالیابا دقت۰/۱کیلوگرم استفاده شد. شاخص توده بدنی نیز با قرار دادن اعداد مربوط به قد و وزن در معادله(وزن به کیلوگرم ÷ مجذور قد به متر) محاسبه شد، چگالی بدن با اندازه گیری چربی زیرپوستی در هفت ناحیه سینه، شکم، ران،سه سر بازو،فوق خاصره،تحت کتفی و زیر بغل به وسیله کالیپر(حداقل دقت ۱ میلی متر، مارکHarpenden،ساخت کشور انگلیس و قرار دادن آن در معادله جکسون و پولاک ویژه مردان ورزشکار محاسبه شد(۱۵).

سن×۰/۰۰۰۲۸۸۲۶-۲ (مجموع هفت نقطه) ×۰/۰۰۰۰۰۰۵۵+(مجموع هفت نقطه) ×۰/۰۰۰۴۳۴۹۹-۱/۱۱۲۰= چگالی بدن

سپس درصد چربی بدن با به کارگیری فرمول Siri محاسبه شد:

۱۰۰ × ۴.۵ -(چگالی بدن/۴.۹۵)= درصد چربی بدن

بیشینه اکسیژن مصرفی با استفاده از آزمون ورزشی GXT[۲] و بوسیله معادله زیر محاسبه شد.

بیشینه اکسیژن مصرفی (میلی لیتر به ازای هرکیلوگرم در دقیقه) = ۵۴/۰۷ + (۷/۰۶۲ ×جنسیت) -(۰/۱۹۳۸ × وزن)+ (۴/۴۷ ×سرعت به ساعت /مایل) -(۰/۱۴۵۳ ×ضربان قلب دقیقه / ضربه)

در معادله: وزن بدن بر حسب کیلوگرم ، ضربان قلب برحسب ضربه در دقیقه ،سرعت برحسب ساعت در مایل، جنس: عدد ۱ برای مردان و صفر برای زنان

آزمون ورزشی استفاده شده در این تحقیق نوعی فعالیت ورزشی فزاینده به نام آزمون GXT بود. در این آزمون ابتدا آزمون شونده به مدت۳دقیقه روی حداقل شیب نوارگردان شروع به راه رفتن می کند وسپس در ۳ دقیقه مرحله ی بعد ، آزمودنی با انتخاب خود با سرعت بین ۶/۹-۱۲کیلومتر در ساعت در شیب حداقل روی نوارگردان می دود. سپس در هر دقیقه و در همان سرعت شیب نوارگردان ۲/۵ درصد افزایش می یابد تا شرکت کننده خسته شود و قادر به ادامه ی آزمون نباشد و ضربان قلب آزمودنی در پایان آزمون اندازه گیری می گردد (۱۲).

در این پژوهش برای بررسی متغیر های بیوشیمیایی، ازآزمونی ها خواسته شده بود که در ۴ روز قبل از نمونه گیری فعالیت شدید ورزشی انجام ندهند. در روز آزمون و در ساعت ۸ صبح در حالت ناشتایی اولین نمونه خونی به میزان ۴ میلی لیتر از سیاهرگ پیش آرنجی دست چپ در وضعیت نشسته و در حالت استراحت از آزمودنی ها گرفته شد . سپس صبحانه مختصری به آنها داده شد و حدود یک ساعت بعد آزمودنی ها بر روی نوارگردان شروع به دویدن کردند. پس از اتمام برنامه ورزشی از آزمودنی ها نمونه ی خون دیگری به همان میزان گرفته شد و۳ ساعت پس از شروع برنامه تمرینی آخرین نمونه خونی نیزگرفته شد. نمونه های خونی اخذ شده در لوله های دارای ماده ضد انعقاد خون (EDTA)[۳] جمع آوری و به آزمایشگاه انتقال یافتند. لازم به ذکر است که بین دومین و سومین نمونه گیری خونی از آزمودنی ها خواسته شد تا فقط استراحت کنند.

سپس نمونه خون جمع آوری شده درتیوب ها با یک حجم مساوی از سالین ومحلول جداسازی لنفوسیت ها (فایکول)ترکیب شد و به مدت ۳۰دقیقه در سانتریوفوژ g×۴۰۰ در دمای ۲۲درجه قرارگرفت. لایه ی لنفوسیت ها برداشته شده و ۲بار با محلول سالین شسته شد و در سانتریفیوژ g×۲۶۰ و در دمای۲۲ درجه قرار گرفت. لنفوسیت های جداسازی شده برای مطالعه ی بیان ژنی آنزیم کاتالازمورد استفاده قرار گرفت. RNA لنفوسیت ها بااستفاده از محلول جداسازی RNA کل(AccuZol total RNA Extraction Reagent) استخراج شد و۴ میلی لیتر بافرRLT با ۴۰ul مرکاپتواتانول ترکیب شد. محلول لنفوسیت با ۶۰۰ul از محلول RLT/مرکاپتواتانو ترکیب شد و به مدت۲دقیقه در سانتریفیوژ g×۱۰۰۰۰ و دردمای اتاق قرار داده شد. نتیجه ی این فرایند به یک ستون چرخشی حذف کننده ی gDNA اضافه شد و به مدت ۳۰ ثانیه در سانتریفیوژ g×۱۰۰۰۰ قرار گرفت. نمونه با ۶۰۰ul از اتانول ۷۰ درصد ترکیب شد و به یک ستون چرخشی انتقال داده شد و در داخل یک تیوب جمع آوری ۲میلی لیتری قرار گرفت. سپس نمونه ها به مدت ۱۵ثانیه در سانتریفیوژ g×۸۰۰ قرار گرفت و سپس با ۷۰۰ul از بافر RWL شسته شد و به مدت ۱۵ثانیه درسانتریوفوژ g×۸۰۰ قرار داده شد. برای جلوگیری از آلودگی احتمالی ، ستون چرخشی به یک تیوب جمع

آوری ۲میلی لیتری جدید منتقل شد و با ۵۰۰ul از محلول RPE شسته شده و به مدت ۲ دقیقه در سانتریفیوژ ۱۰۰۰۰×g قرارگرفت. محلول نئوکلاز آزاد(۳۰ul) به تیوب اضافه شد و به مدت ۲دقیقه در سانتریوفوژ ۱۰۰۰۰×g قرار داده شد و RNA استخراج شده فورا در دمای ۸۰- درجه قرار داده شد تا برای بیان ژنی استفاده شود. نمونه ی RNA استخراج شده با استفاده از اسپکتروفوتومتریکالی برای تخلیص و تغلیظ آنالیز شد. غلظت مطلوب نمونه ی RNA بوسیله ی UV اسپکتروسکوپی تعیین شد. نمونه RNA با نسبت ۱۰:۱در بافرTE 1X رقیق شد و با استفاده از اسپکتروفوتومتریکالی آنالیز شد. تخلیص نیز با استفاده از نسبت قابلیت جذب از ۲۶۰ نانومتر و ۲۸۰ نانومتر اندازه گیری شد و در مجموع cDNA با استفاده از کیت سنتز cDNA (AccuPower RT PreMix) و با استفاده از دستگاهLab cycler ساخت شرکت آلمانیSENSOQEST از RNAکل ساخته شد. هر واکنش حاوی یک میکروگرم RNAکل، بافر معکوس کننده ترانس کریپتاز و یک میکرولیتر ار محلول موجود در کیت cDNA بود.

برای اندازه گیری بیان ژن کاتالاز از دستگاه Corbett- Rotor(gene-6000) (Corbett, research Astralia) استفاده شد. جفت پرایمرهای مربوط به هر ژن با استفاده از نرم افزار ۳ primer طراحی شد و برای کار با غلظت نهایی ۸۰nm مورد استفاده قرار گرفت(۱۶)(جدول ۱).

در این تحقیق پرایمرهای مخصوص بیان ژنی کاتالاز و همچنین β-اکتین (به عنوان کنترل داخلی) توسط شرکت تکاپو زیست تهران ساخته شد و آنالیز بیان ژنی با استفاده از MasterMix های Real-time PCR (ساخت شرکت Jena Bioscienceآلمان) و در دستگاه Real Time PCR با نام Smart cycler (ساخت شرکت آمریکایی Cephied) انجام شد. ترکیب واکنش حاوی ul ۱۲/۵ ا ز محلول موجود در کیت ، ul ۱۰/۵نوکلئاز آزاد ، ul ۱ میکس پرایمر (فوروارد و ریورس معلق در بافر 1X TE) و cDNA ۱ ul بود. در پایان قبل از تجزیه و تحلیل داده ها، منحنی ذوب(Melting curve) به دست آمده از هر واکنش Real-time PCR بررسی شد تا پیک مربوط به ژن مورد نظر و فقدان پرایمر دایمر تایید شود. برای آنالیز داده ها ابتدا، ΔCt ژن در هر نمونه از افتراق (Ct) Cycle Thteshold ژن مربوطه و Ct ژن β-اکتین به عنوان رفرنس محاسبه شد.

جدول ۱. توالی ژنی پرایمر های مورد استفاده در بیان ژنی کاتالاز

Name	Sequences(5´-> 3´)
Human catalase	Forward: TTTGGCTACTTTGAGGTCAC
Human catalase	Reverse: TCCCCATTTGCATTAACCAG
Human β-actin	Forward :CAGGTCATCACCATTGGCAAT
Human β-actin	Reverse :TCTTTGCGGATGTCCACGT

روش های آماری

در این تحقیق توزیع طبیعی همه داده ها آزمون گردید و جهت تجزیه و تحلیل داده ها از آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر(ANOVA) با توجه به اصلاحیه گرین هاووس- گیزر(GG) و در صورت معنی دار بودن از آزمون T جفتهای مرتب با توجه به اصلاحیه P بن فرونی برای تعیین محل تفاوت ها استفاده شد. عملیات آماری پژوهش توسط نرم افزار SPSS نسخه۱۸ انجام شد و سطح معنی داری آزمون ها $\alpha <$ ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

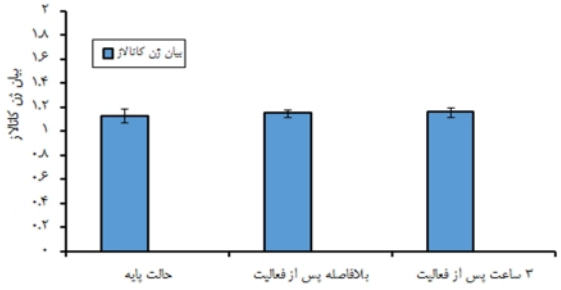
جدول ۲ نشان دهنده شاخص های فیزیولوژیک آزمودنی ها می باشد.

جدول۲: مشخصات عمومی آزمودنی ها (میانگین± انحراف معیار)

متغیر	انحراف استاندارد± میانگین
سن (سال)	۱۷/۴۱ ± ۰/۸۳
شاخص توده ی بدن	۲۲/۴۷ ± ۰/۶۸
VO_{2max} (ml.kg/min)	۴۸/۸۳ ± ۳/۰۱
درصدچربی بدن	۱۰/۸۶ ±۱/۷۱

نتایج حاصل از تحلیل واریانس با اندازه گیری های مکرر با توجه به روش اصلاحی گرین هاووس-گیزر (GG) و آزمون تعقیبی T جفت های مرتب نشان داد که فعالیت ورزشی شدید منجر به افزایش غیر معنی دار ۱/۷۶ و ۲/۶۵ درصدی سطح mRNA کاتالاز لنفوسیتی بازیکنان فوتبال به ترتیب از مرحله حالت پایه به مرحله بلافاصله پس از فعالیت (P=۰/۱۷) و ۳ ساعت پس از فعالیت(P=۰/۰۸) شده است. همچنین تفاوت معنی داری نیز در سطح mRNA کاتالاز لنفوسیتی بازیکنان فوتبال بین مرحله بلافاصله پس از اجرای فعالیت و ۳ ساعت پس از اجرای فعالیت(P=۰/۱۹) مشاهده نشد(نمودار ۱).

نمودار۱: تغییرات بیان ژن کاتالاز در مراحل مختلف آزمون



بحث و نتیجه گیری

این تحقیق نشان داد که فعالیت ورزشی شدید منجر به افزایش غیر معنی دار سطح mRNA کاتالاز لنفوسیتی بازیکنان فوتبال از مرحله حالت پایه به مرحله بلافاصله پس از فعالیت و ۳ ساعت پس از فعالیت شد. لذا بر اساس نتایج حاصل از تحقیق سطح mRNA کاتالاز لنفوسیتی بازیکنان فوتبال در اثر اجرای فعالیت ورزشی شدید بلافاصله پس از فعالیت و ۳ ساعت پس از فعالیت تفاوت معنی داری نشان نداد که این نتایج با یافته های کیسی و همکاران[4] (۲۰۱۲) که کاهش سطح آنزیم کاتالاز سرم را پس از اجرای فعالیت شدید در بازیکنان فوتبال و فرر و همکاران (۲۰۰۹)که افزایش معنی دارmRNA کاتالاز نوتروفیلی را طی یک جلسه تمرین هوازی طولانی مدت در دوچرخه سواران نشان داد همسو نمی باشد(۱۴) عدم وجود همخوانی بین نتایج حاصل از این تحقیق با یافته های دیگر محققان می تواند به دلیل عوامل متعددی مانند شدت و مدت و نوع فعالیت، جنسیت و سازگاری به فعالیت باشد(۱۷). به طوری که نتایج برخی تحقیقات در این زمینه نشان داده است که هر اندازه فعالیت در مدت زمان بیشتری انجام شود و شدت آن فزاینده تر باشد، سطح بنیان های آزاد نیز افزایش بیشتری خواهد یافت(۱۸) و در اثر سازگاری به فعالیت های ورزشی، فعالیت سطح کاتالاز افزایش می یابد و در نتیجه افراد ورزشکاراز فعالیت سطح کاتالاز بیشتری نسبت به افراد غیر ورزشکار برخوردار می شوند(۱۰). در واقع محل تجمع اصلی کاتالاز در پروکسی زوم ها است، در حالی که منبع عمده H_2O_2 به هنگام ورزش های شدید، میتوکندری است. همچنین گلوتاتیون پراکسیداز سیتوپلاسمی و میتوکندریایی احتمالا در رقابت با کاتالاز برای مواجه با H_2O_2 تولید شده در این دوبخش سلول موثر تر عمل می کنند(۱۹). لذا به هنگام یک فعالیت ورزشی شدید این احتمال وجود دارد که آنزیم های ضد اکسایشی به طور انتخابی فعال شوند که این فعال شدن احتمالا به بافتهای ویژه ای که در معرض استرس اکسایشی قرار می گیرند و همچنین ظرفیت ضد اکسایشی داخل بافت، بستگی دارد. در این خصوص بیشتر پژوهش ها نشان داده اند که یک وهله تمرین خسته کننده یا فعالیت ورزشی شدید، و یا طولانی مدت سبب افزایش شاخص استرس اکسایشی و کاهش ظرفیت تام ضداکسیدانی می شود(۲۰). از آنجا که ورزش فوتبال نیز یک ورزش پر برخورد و خسته کننده می باشد، از این رو انتظار می رود بازیکنان فوتبال نیز در معرض آسیب های استرس اکسایشی قرار گیرند (۱۱)این در حالی است که نتایج حاصل از این تحقیق عدم تغییر معنی دار سطحmRNA کاتالاز را پس از فعالیت ورزشی شدید نشان داد که با نتایج یافته های کاسس و همکاران (۲۰۰۶) همسو می باشد(۲۱). لذا با در نظر گرفتن اینکه بیشینه اکسیژن مصرفی فوتبالیست های جوان این تحقیق نسبتا بالا می باشد (۳/۰۱ ± ۴۸/۸۳) و با توجه به اینکه تمرین شدید فزاینده تاثیرمعناداری بر سطوح mRNA کاتالاز لنفوسیتی فوتبالیست های جوان نداشته است، می توان احتمال داد که این فوتبالیست ها دارای سطوح مناسبی از آنزیم کاتالاز لنفوسیتی می باشند و این امر احتمالا نشان از سازگاری در مقابل فشار اکسایشی ایجاد شده توسط ورزش شدید است(۱۹).

در کل بر اساس نتایج تحقیق مشخص شد که فعالیت ورزشی شدید باعث افزایش غیر معنی دار سطح mRNAکاتالاز لنفوسیتی بازیکنان جوان فوتبال می شود که این امر ممکن است به دلیل سازگاری آنزیم کاتالاز لنفوسیتی فوتبالیست ها به فعالیت شدید باشد(۱۹).

پی‌نوشت‌ها

1. Kiyici and et al
2. Graduate Exercise Test
3. Ethylene Damien tetra Acetic Acid
4. Kiyici and et al

منابع

1. Viña J, Borras C, Abdelaziz KM, Garcia-Valles R, Gomez-Cabrera MC.(2013).The Free Radical Theory of Aging Revisited: The Cell Signaling Disruption Theory of Aging. Antioxidants & redox signaling. 19(8):779-87.
2. Finkel T, Holbrook NJ.(2000). Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. Nature. 408(6809):239-47.

& Gynecology and Reproductive Biology. 133(2):126-133.
19. Radák Z.(2000). Free radicals in exercise and aging. Human Kinetics Europe.
20. Tauler P, Sureda A, Cases N, Aguiló A, Rodríguez-Marroyo JA, Villa G, et al.(2006). Increased lymphocyte antioxidant defences in response to exhaustive exercise do not prevent oxidative damage. The Journal of nutritional biochemistry. 17(10):665-71.
21. Cases N, Sureda A, Maestre I, Tauler P, Aguiló A, Córdova A, et al.(2006). Response of antioxidant defences to oxidative stress induced by prolonged exercise: antioxidant enzyme gene expression in lymphocytes. European journal of applied physiology. 98(3):263-9.

3. Guemouri L, Artur Y, Herbeth B, Jeandel C, Cuny G, Siest G.(1991). Biological variability of superoxide dismutase, glutathione peroxidase, and catalase in blood. Clinical Chemistry. 37(11):1932-7.
4. Halliwell B, Gutteridge JM.(1999). Free radicals in biology and medicine: Oxford university press Oxford.
5. Stryer L.(1995). Biochemistry. WH Freeman, New York. 6. Ji LL.(1999). Antioxidants and oxidative stress in exercise. Experimental Biology and medicine. 222(3):283-92.
7. Murray K, Rodwell V, Bender D, Botham KM, Weil PA, Kennelly PJ.(2009). Harper's Illustrated Biochemistry. 28: New York: McGraw-Hill.
8. Kirkman HN, Gaetani GF.(2007). Mammalian catalase: a venerable enzyme with new mysteries. Trends Biochem Sci. 32(1):44-50.
9. Alpay Z, Saed GM, Diamond MP.(2006). Female infertility and free radicals: potential role in adhesions and endometriosis. Journal of the Society for Gynecologic Investigation. 13(6):390-8.
10. Pepe H, Balci ŞS, Revan S ,Akalin PP, Kurtoğlu F.(2009). Comparison of oxidative stress and antioxidant capacity before and after running exercises in both sexes. Gender medicine. 6(4):587-95.
11. Metin G, Gumustas M, Uslu E, Belce A, Kayserilioglu A.(2003). Effect of regular training on plasma thiols, malondialdehyde and carnitine concentrations in young soccer players. Chinese Journal of Physiology. 46(1):35-9.
12. Yano T, Yunoki T, Matsuura R, Arimitsu T, Kimura T.(2007). Excessive oxygen uptake during exercise and recovery in heavy exercise. Physiological Research. 56:721-5.
13. Aguiló A, Tauler P, Fuentespina E, Tur JA, Córdova A, Pons A.(2005). Antioxidant response to oxidative stress induced by exhaustive exercise. Physiology & behavior. 84(1):1-7.
14. Kiyici F, Kishali N.(2012). Acute effect of intense exercises on serum superoxide dismutase, catalase and malondialdehyde levels in soccer players. Journal of sports medicine and physical fitness. 52(1):107-11.
15. Heyward VH.(2006). Advanced fitness assessment and exercise prescription: Human Kinetics Publishers.
16. Cohen G, Dembiec D, Marcus J.(1970). Measurement of catalase activity in tissue extracts. Analytical biochemistry. 34(1):30-8.
17. Tauler P, Aguiló A, Gimeno I, Guix P, Tur JA, Pons A. (2004).Different effects of exercise tests on the antioxidant enzyme activities in lymphocytes and neutrophils. The Journal of Nutritional Biochemistry. 15(8):479-84.
18. Eskes T, Haanen C.(2007). Why do women live longer than men? European Journal of Obstetrics