مجله دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد/ دوره ۲۰، شماره ۵/ آذر و دی ۱۳۹۷/ ۴۴-۳۳

مقاله پژوهشی

اثر یک دوره مکمل سازی با متیل سولفونیل متان و گلوکزآمین بر برخی آنتی اکسیدان ها در پی یک جلسه فعالیت پلایومتریک

طیبه پژوهنده، فرزاد زهساز*

گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۶/۳/۱۲ *تاریخ پذیرش: ۹۶/۵/۲۵*

چکیده:

زمینه و هدف: **فعالیت بدنی شدید باعث رهایش رادیکال‌های آزاد و آسیب‌های اکسایشی در ماکرومولکول‌های زیستی می‌شود. مصرف مکمل‌های سولفوردار ممکن است بر سطوح استرس اکسیداتیو متعاقب تمرینات شدید اثرگذار باشند. لذا در پژوهش حاضر تأثیر ٦ هفته مکمل سازی ترکیبی متیل سولفونیل متان و گلوکزآمین بر گلوتاتیون پراکسیداز و کاتالاز متعاقب یک جلسه فعالیت پلایومتریک در ورزشکاران مرد آماتور مورد بررسی قرار گرفت.**

روش بررسی: **این پژوهش از نوع تحقیقات نیمه تجربی دو سوکور با طرح پیش و پس آزمون بود که ۲۲ ورزشکار آماتور مرد به طور تصادفی در دو گروه مکمل (۱۱ نفر) و دارونما (۱۱ نفر) جای گرفته و قبل و بعد از دوره ی مکمل سازی، در دو وهله تمرین پلایومتریک شرکت کردند. دوره مکمل سازی شامل ٦ هفته مصرف روزانه ۳ میلی‌گرم به ازای هر کیلو وزن بدن ترکیب متیل سولفونیل متان و گلوکزآمین بود. سطوح سرمی آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز و کاتالاز قبل و بعد از دو وهله تمرین پلایومتریک اندازه‌گیری شد و داده های گردآوری شده با استفاده از تحلیل کوواریانس در سطح معنی‌داری P<۰/۰۵ تحلیل شدند.**

یافته‌ها: **پس از کنترل اثر سطوح اولیه، مقادیر کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز بعد از فعالیت پلایومتریک در گروه مکمل بیشتر از گروه دارونما بود (به ترتیب F(۲،۱۹)=۷۱/۷۳، P=۰/۰۰۱ و F(۲،۱۹)=۱۹۱/۷٦، P=۰/۰۰۱).**

نتیجه‌گیری: **مکمل سازی ترکیبی متیل سولفونیل متان و گلوکزآمین ممکن است با افزایش آنزیم های گلوتاتیون پراکسیداز و کاتالاز، ظرفیت آنتی اکسیدانی در ورزشکاران را افزایش دهد.**

واژه‌های کلیدی: **متیل سولفونیل متان، گلوکزآمین، گلوتاتیون پراکسیداز، کاتالاز، ورزش پلایومتریک.**

مقدمه:

فعالیت های بدنی شدید و غیرمعمول ممکن است، موجب افزایش شکل گیری رادیکال های آزاد بیش از مقادیر طبیعی آن‌ها گردند. رادیکال های آزاد ازجمله سوپراکسید (Superoxide)، نیتریک اکساید (Nitric Oxide) و هیدروکسیل (Hydroxyl)، مولکول هایی هستند که به دلیل داشتن الکترون های جفت نشده در اوربیتال خارجی شان واکنش پذیری بالایی دارند و به‌طور طبیعی در جریان واکنش های متابولیکی بدن تولید می شوند و شامل گونه های فعال اکسیژن (Reactive Oxygen Speices (ROS و نیتروژن (Reactive Nitrogen Speices (RNS می باشند (۱). در شرایط طبیعی، مقادیر گونه های اکسیژن فعال و آنتی اکسیدان ها در وضعیت تعادل قرار دارند و سیستم دفاع آنتی اکسیدانی بدن با تولید رادیکال های آزاد

***نویسنده مسئول:** تبریز- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز- گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی- تلفن: ۰۹۱۴۴۱۷٦٤۷۲، E-mail: f-zehsaz@iaut.ac.ir*

مقابله کرده و بدن در حالت هموستاز قرار دارد. زمانی که این تعادل در جهت افزایش گونه های اکسیژن فعال به‌خصوص در هنگام انجام تمرینات ورزشی شدید مختل گردد، باعث ایجاد استرس اکسیداتیو در سلول می شود. سطوح بالای رادیکال های آزاد منجر به آسیب پروتئین های سلولی، لیپیدهای غشایی، اسیدهای نوکلئیک، گلبول های قرمز، DNA، RNA، غیرفعال شدن آنزیم ها و درنهایت مرگ سلولی و فرایند پیری می‌شود. علاوه بر این، رادیکال های آزاد نقش مهمی در پاتوژنز بسیاری از بیماری های مزمن ازجمله آترواسکلروز، نارسایی میوکارد، بیماری های ایمنی، آسیب سلولی و دیابت دارند (۲).

در هنگام انجام تمرینات بدنی شدید، تولید گونه های اکسیژن فعال افزایش می یابد و تصور بر این است که منبع اصلی این‌گونه مواد، میتوکندری سلول های عضلات فعال می باشد (۳). افزایش رادیکال های آزاد به هنگام فعالیت بدنی می تواند هموستاز مواد ضد اکسایشی و پرواکسیدان های درون سلولی را بر هم زده و درنتیجه باعث التهاب، استرس اکسایشی، خستگی و آسیب عضلانی گردد. بیشتر مطالعات بروز فشار اکسایشی پس از انجام فعالیت های طولانی مدت استقامتی، ورزش های شدید کوتاه مدت و فعالیت های وامانده ساز را مورد تأیید قرار داده اند (۴-۱). در میان فعالیت های ورزشی مختلف، تمرین ها و فعالیت های با ماهیت سرعتی و توانی مانند پلایومتریک دسته ی مهمی را به خود اختصاص می دهند. این نوع از فعالیت ها که خصوصیات خاص و منحصر به فردی ازجمله آسیب به بافت های مختلف بدنی دارند، می توانند سبب تولید گونه های فعال اکسیژنی و انواع رادیکال های آزاد از مسیرهای مختلف شوند (۲).

به خاطر اینکه نیروی عضلانی در هنگام انقباض برون‌گرا افزایش می‌یابد، آسیب به ماتریکس برون سلولی و عناصر انقباضی سلول‌های عضلانی (خطوط Z و پارگی سارکومر) رخ می‌دهد. همچنین موجب بروز کوفتگی عضلانی تأخیری، کاهش قدرت، تورم موضعی و استرس اکسایشی می‌شود (۵). یکی از دلایلی که انقباض‌های برون‌گرا منجر به تخریب بیشتر تار عضلانی و استرس اکسایشی می‌شوند، این است که در مقایسه با انقباض‌های درون‌گرا و ایستا، واحدهای حرکتی کمتری حین این انقباض فراخوانی می‌شود. بنابراین سطح مقطع کوچک‌تری از عضله برای تحمل بار مشابهی به کار گرفته می‌شود (۶). آسیب به وجود آمده در بافت عضلانی بر اثر انقباض برون‌گرا، موجب تولید هورمون‌های استرسی می‌شود. این نیز به نوبه خود منجر به پاسخ استرس اکسایشی می‌شود (۷).

محققان گزارش کردند که فعالیت پلایومتریک موجب افزایش آنزیم های آنتی اکسیدانی به‌خصوص گلوتاتیون پراکسیداز (Glutathione Peroxidase (GPx و کاتالاز (Catalase (CAT می شود که نشان‌دهنده فشار اکسایشی هستند. در این میان مواد ضد اکسایشی درون‌زاد قادر به جلوگیری کامل از آسیب اکسایشی نیستند و تعادل بین تولید و دفع رادیکال های آزاد به هم می خورد. در چنین مواقعی، نقش مواد ضد اکسایشی و مصرف مکمل ها اهمیت پیدا می کند (۸).

سیستم آنتی اکسیدانی بدن از ترکیبات اندوژن و اگزوژن تشکیل می شوند که در رژیم غذایی وجود داشته و عموماً از طریق مصرف سبزی ها و میوه ها تأمین می شوند (۹). آنتی اکسیدان های آنزیمی نظیر گلوتاتیون پراکسیداز، کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز (Superoxide Dismutase (SOD و نیز آنتی اکسیدان های

غیر آنزیمی مانند گلوتاتیون، ویتامین های A، C، E و ریز مغزی‌هایی مانند آهن، مس، روی، سلنیوم و منگنز سد محکمی را در مقابل فشار اکسایشی تشکیل می دهند (۸). از آنجا که در برخی شرایط ممکن است مقدار آنتی اکسیدان های اندوژن جهت محافظت از بدن در برابر آسیب های ناشی از استرس اکسیداتیو کافی نباشد، لذا استفاده از مکمل های آنتی اکسیدان می تواند در راستای کاهش شدت آسیب ها مفید بوده و حاشیه امنیتی بزرگ‌تری را در برابر تأثیرات احتمالی آن به وجود آورد (۹). از مکمل های مهمی که ویژگی آنتی اکسیدانی و ضدالتهابی دارد، مکمل گلوکزآمین است که یک قند آمینی بوده و سال ها برای درمان کاهش فشار اکسایشی مرتبط با آرتروز مورد استفاده قرار گرفته است (۱۰). محققان پیشنهاد می کنند که مصرف گلوکزآمین موجب توقف فعالیت رادیکال سوپراکسید و مهار تولید نیتریک اکساید می شود (۱۱). همچنین، مکمل گلوکزآمین با کاهش آسیب اکسایشی، از طریق مهار رادیکال هیدروکسیل از مولکول‌های پروتئین و چربی محافظت می‌کند و با کاهش تولید رادیکال های آزاد باعث تسهیل در فرآیند ترمیم بافت های صدمه دیده می شود (۱۳،۱۲).

از دیگر مکمل های مهم برای کمک به دفاع اکسایشی مکمل متیل سولفونیل متان (MSM) Methylsulfonylmethane می باشد که از مکمل های گوگرددار و سولفوردار طبیعی است که به‌طور گسترده ای در میوه ها، سبزیجات و غلات یافت می شود (۱۴). در سال های اخیر توجه زیادی به مصرف آنتی اکسیدان های سولفوردار بر شاخص های استرس اکسیداتیو و آسیب عضلانی صورت گرفته است. یکی از پروتئین های مهم سولفوردار در بدن گلوتاتیون است که به‌عنوان اصلی ترین ترکیب ضد اکسایشی درون سلولی است. فشار بدنی بیش از حد مانند آنچه در بین ورزشکاران دیده می شود باعث کاهش ذخایر درون سلولی گلوتاتیون پراکسیداز و افزایش دفع ادراری آن می شود. استفاده از مکمل های سولفوردار مانند متیل سولفونیل متان موثرترین روش جهت بازسازی ذخایر گلوتاتیون می باشد (۱۵).

Kim و همکاران نشان دادند که مکمل سازی متیل سولفونیل متان با دوز ۶ گرم روزانه به مدت ۱۲ هفته می تواند فشار اکسایشی، التهاب و درد بیماران مبتلا به استئوارتریت زانو را به‌طور معنی داری کاهش دهد (۱۶). Kalman و همکاران با مطالعه روی مردان سالمی که تمرین متوسط داشتند (کمتر از ۱۵۰ دقیقه در هفته)، نشان دادند که به دنبال مصرف ۳ گرم متیل سولفونیل متان در مقایسه با دز ۱/۵ گرم، خستگی به‌طور معنی دار کاهش یافته و ظرفیت آنتی اکسیدانی تام افزایش می‌یابد. بر اساس پژوهش مذکور، مصرف روزانه ۳ گرم متیل سولفونیل متان ممکن است شاخص های ریکاوری پس از ورزش را تحت تأثیر قرار دهد (۱۷).

سماواتی و فرهنگی در بررسی تأثیر مصرف متیل سولفونیل متان بر برخی فاکتورهای دوره بازگشت به حالت اولیه و غلظت پلاسمایی اینترلوکین-۶ را در زنان سالم، گزارش کردند که مصرف متیل سولفونیل متان به مقدار ۳ گرم در روز به مدت ۳۰ روز باعث کاهش در شاخص‌های کوفتگی عضلانی، خستگی و غلظت پلاسمایی اینترلوکین-۶ مشاهده شد (۱۸). Godwin و همکاران گزارش کردند که مصرف ۳ میلی‌گرم متیل سولفونیل متان به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن قبل از تمرین اکسنتریک زانو (۱۰ ست با ۱۰ تکرار) اثرات ضدالتهابی و ضد اکسایشی قویی دارد (۱۵). در مطالعه

روی نمونه های حیوانی، Maranon و همکاران با بررسی تأثیر مکمل متیل سولفونیل متان بر بیومارکرهای استرس اکسایشی روی اسب های مسابقه در پی تمرینات پرشی نشان دادند که متیل سولفونیل متان می تواند تأثیر حمایتی در برابر آسیب های التهابی و اکسایشی ناشی از تمرینات پرشی از خود نشان دهد. در این پژوهش، بررسی آنزیم های گلوتاتیون پراکسیداز، گلوتاتیون ترانسفراز و گلوتاتیون ردوکتاز نشان داد که فعالیت گلوتاتیون ردوکتاز در اثر ورزش کاهش یافت. در حالی که در فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز و گلوتاتیون ترانسفراز تغییری مشاهده نشد که این شواهد به تجویز متیل سولفونیل متان و افزایش سطح گلوتاتیون ناشی از آن نسبت داده شد (۹).

با این حال، نتایج مطالعه Withee و همکاران نشان داد که مصرف ۳ میلی‌گرم متیل سولفونیل متان به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن برای ۲۱ روز قبل از دویدن مسافت ۲۰ کیلومتری نتوانست اثرات ضد اکسایشی معنی داری داشته باشد (۱۹). به‌طور مشابه، نخستین روحی و همکاران با بررسی تأثیر مصرف حاد مکمل سولفوردار بر التهاب و استرس اکسایشی ناشی از فعالیت شدید هوازی (دویدن به مدت ۴۵ دقیقه با شدت افزایشی از ۷۵٪ اکسیژن مصرفی بیشینه تا سر حد واماندگی) در مردان سالم غیرفعال گزارش کردند که اگرچه مصرف ۱۰۰ میلی گرم متیل سولفونیل متان به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن تأثیر معنی داری بر التهاب از مسیر CRP نشان نداد اما احتمالاً بتواند در کاهش استرس اکسایشی موثر واقع گردد (۲۰).

بر اساس مطالعات صورت گرفته روی نمونه های حیوانی و بیماران، متیل سولفونیل متان و گلوکزآمین می توانند خاصیت ضد درد، ضدالتهاب و ضد استرس اکسایشی داشته باشند (۱۶،۲۳-۲۱). با این حال در مورد اینکه آیا این مواد می توانند بر استرس اکسایشی ناشی از فعالیت بدنی در افراد سالم نیز موثر باشند، با توجه به منابع در دسترس، اطلاعات اندکی وجود دارد. همچنین، در بیشتر مطالعات مکمل گلوکزآمین و متیل سولفونیل متان به تنهایی مورد بررسی قرار گرفته و تاکنون در پژوهشی از ترکیب این دو مکمل استفاده نشده است. با توجه به مطالعات محدود و متناقض در زمینه ی مکمل سازی گلوکزآمین و متیل سولفونیل متان بر فشار اکسایشی ناشی از فعالیت های ورزشی هنوز این سؤال مطرح است که آیا مکمل سازی کوتاه مدت این مواد می تواند با افزایش ظرفیت ضد اکسایشی از بروز آسیب های اکسایشی ناشی از انجام فعالیت های ورزشی نسبتاً شدید بکاهد و اثرات نامطلوب آن را کاهش دهد؟ از این رو، با در نظر داشتن اینکه ورزشکاران همواره در معرض عوامل التهاب زا و استرس اکسایشی قرار دارند، هدف پژوهش حاضر به تعیین تأثیر مکمل سازی کوتاه مدت (۶ هفته‌ای) گلوکزآمین و متیل سولفونیل متان بر سطوح گلوتاتیون پراکسیداز و کاتالاز متعاقب یک جلسه فعالیت پلایومتریک در مردان ورزشکار آماتور اختصاص یافت.

روش بررسی:

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی دو سوکور با طرح پیش آزمون و پس آزمون با ۴ بار نمونه گیری خونی در دو گروه مکمل (تجربی) و دارونما (کنترل) بود. جامعه آماری پژوهش، مردان کیک بوکسور آماتور شهر تبریز بودند که بر اساس فراخوان ۲۲ نفر برای شرکت در پژوهش اعلام آمادگی کردند. در ابتدا، هدف و روش اجرای آن به طور کامل به آگاهی

ورزشکاران رسید و رضایت نامه کتبی از آن ها اخذ شد. تمام آزمودنی ها در شروع اجرای پژوهش دچار هیچگونه بیماری و عارضه ای نبودند. از آزمودنی ها خواسته شد، در طی اجرای تحقیق رژیم غذایی عادی و فعالیت روزانه خود را حفظ کنند و از مصرف هر گونه مکمل خودداری نمایند.

از آزمودنی ها خواسته شد تا جهت آشنایی با شرایط تحقیق و نحوه اجرای آن و همچنین انجام اندازه‌گیری های مقدماتی (قد و وزن) در محل سالن ورزشی حاضر شوند. برای اندازه‌گیری دقیق قد و وزن از یک دستگاه ترازوی قدسنج با مارک سکا (Seca) ساخت کشور آلمان استفاده شد. سپس آزمودنی ها به‌صورت تصادفی در دو گروه ۱۱ نفره جای گرفتند. دو گروه در دو مرحله فعالیت پلایومتریک شرکت کردند: ۱) قبل از شروع دوره ی ۶ هفته‌ای مصرف مکمل، ۲) پس از دوره ی ۶ هفته‌ای مصرف مکمل. برای اندازه‌گیری میزان سرمی آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز و کاتالاز، خونگیری در ۴ مرحله انجام گرفت که شامل زمان استراحت و بلافاصله بعد از فعالیت پلایومتریک در مرحله ی پیش از ۶ هفته مکمل گیری و نیز زمان استراحت و بلافاصله بعد از فعالیت پلایومتریک در مرحله ی پس از ۶ هفته مکمل گیری.

در دوره مکمل گیری، گروه مکمل برای ۶ هفته، هر روز ۳ میلی گرم مکمل گلوکزآمین و متیل سولفونیل متان به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن دریافت کرده و گروه کنترل به همین ترتیب دارونما (نشاسته) دریافت کرد تا هرگونه اثر روانی مصرف دارو بر عملکرد یک وهله‌ای فعالیت پلایومتریک کاهش یابد (۲۱). همچنین، در دوره مکمل‌گیری، آزمودنی‌ها هفته‌ای ۳ جلسه به تمرینات رایج و معمول کیک بوکسینگ به مدت ۹۰ دقیقه پرداختند. پیش و پس از دوره ۶ هفته‌ای مکمل سازی، هر دو گروه در دوره یک وهله فعالیت پلایومتریک که به‌صورت ایستگاهی طراحی شده است شرکت نمودند (۲۴). جلسات فعالیت ورزشی شامل گرم کردن استاندارد، فعالیت اصلی و سرد کردن بود. فعالیت پلایومتریک در ۵ ایستگاه فعالیتی به شرح زیر، هر ایستگاه در ۳ نوبت و هر نوبت در ۸ تکرار انجام شد و فاصله استراحت بین هر نوبت ۳ دقیقه بود:

۱. پرش از بالای جعبه ۵۵ سانتی متری (Drop Jumps)؛ ۲. پرش به صورت یک پا جلو با یک پا عقب (Lunge Jumps)؛ ۳. پرش از روی ۸ مانع ۴۰ سانتی متری به صورت پا جفت (Hurdle Jumps)؛ ۴. پرش به صورت لی لی با یک پا (Single-Leg Hops)؛ ۵. پرش همراه با بازکردن پاها (Jumping Jacks).

در هر ۴ مرحله، خون گیری از طریق سیاهرگ بازویی (Antecubital Fossa) صورت گرفته و حدود ۵ سی سی خون جمع آوری شد. بعد از اینکه خون در سرنگ جمع شد، ۲ سی سی از خون در داخل لوله های ضد انعقاد (EDTA K2) آزمایشگاهی ریخته شده و ۳ سی سی باقیمانده در داخل لوله‌های لخته ژل‌دار ریخته شده و سانتریفیوژ شدند (۱۵ دقیقه) و سرم شناور بر روی سطح جمع‌آوری شد و سپس در داخل میکروتیوب‌ها (۱/۵ سی سی) ریخته شده و در دمای ۷۰- درجه ی سانتی گراد نگهداری شد تا بعداً مورد استفاده قرار گیرد. فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز در نمونه‌های همگن شده، با استفاده از کیت تجاری راندوکس (Randox Laboratories Crumlin, United Kingdom) با روش الایزا اندازه گیری شد. فعالیت آنزیم کاتالاز در پلاسما بر اساس تجزیه H_2O_2 توسط دستگاه اسپکتروفتومتری تجزیه و اندازه گیری شد. مکمل مورد

مصرف نیز گلوکزآمین و متیل سولفونیل متان محصول گروه تغذیه شیف (Schiff Nutrition Group) و دارای مجوز وزارت بهداشت بود. مطالعه حاضر دارای کد اخلاقی دانشکده علوم پزشکی دانشگاه آزاد تبریز به شماره IR.IAU.TABRIZ.REC.1395.38 و کدکارآزمایی بالینی به شماره IRCT2017032632873N2 می‌باشد.

برای تحلیل داده ها و آزمون فرضیه های تحقیق از تحلیل کوواریانس با اندازه‌گیری مکرر استفاده گردید. به این منظور ابتدا پیش فرض های آماری تحلیل کوواریانس شامل طبیعی بودن توزیع داده ها با استفاده از آزمون شاپیرو- ویلک، همگنی واریانس گروه ها با استفاده از آزمون لوین، خطی بودن رابطه متغیر وابسته و همپراش با استفاده از ترسیم نمودار و همگنی شیب های رگرسیون با استفاده از بررسی تعامل بین متغیر مستقل و همپراش بررسی و مورد تأیید قرار گرفت. کلیه تحلیل ها در سطح اطمینان ۹۵٪ و با استفاده از SPSS انجام شد.

یافته ها:

نتایج حاصل از آمار توصیفی این تحقیق به تفکیک گروه‌های مکمل و دارونما در جدول شماره ۱ آمده است. جدول شماره ۲ آماره های توصیفی میانگین و انحراف معیار مقادیر آنزیم های کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز گروه ها در مقاطع مختلف اندازه گیری را نشان می دهد.

جدول شماره ۱: نتایج آمار توصیفی مربوط به ویژگی های عمومی آزمودنی ها

گروه ها / متغیرها	گروه مکمل میانگین ± انحراف معیار	گروه دارونما (کنترل) میانگین ± انحراف معیار
سن (سال)	۲۶/۹۱±٤/٦۱	۲٥/٤٥±۳/۳۹
قد (سانتی متر)	۱۷٦/۰۰±٤/۹۸	۱۷٦/۱۸±۳/۲۲
وزن (کیلوگرم)	۸۲/۷۹±۱۳/۰۰	۸٤/٦۰±۷/٦۱
BMI (کیلوگرم بر متر مربع)	۲٦/٦۳±۳/٦۲	۲۷/۳۱±۲/۳۱

جدول شماره ۲: میانگین و انحراف معیار مقادیر آنزیم های کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز گروه های مکمل (n=۱۱) و دارونما (n=۱۱)

متغیر	مرحله خونگیری / گروه	پیش از دوره مکمل سازی		پس از دوره مکمل سازی	
		استراحت	بعد از فعالیت	استراحت	بعد از فعالیت
کاتالاز (U/gHb)	مکمل	٤۸/٤۲±۳/٥٤	٦۲/۰٥±۳/۳٤	٥۲/۱٦±۳/۳۳	٦۲/۷۹±۳/٥۰
	دارونما	٥۰/٤۰±۲/۲۱	٦٤/۸٤±۳/۳٥	٥۰/۲٥±۱/۸۹	٦۳/۹۰±۳/۰٤
گلوتاتیون پراکسیداز (U/gHb)	مکمل	٤۹/٤۸±۲/٥۳	٦۷/٤۳±۲/۱۸	٥۱/۹۳±۲/۷۱	٦۸/۷۷±۲/٦۳
	دارونما	٤۹/۰۹±۲/٦۷	٥٦/٥۱±۲/۹۷	٤۹/۲۱±۲/۹۰	٥۷/۰۹±۲/۹۸

برای تحلیل داده ها ابتدا پیش فرض های استفاده از تحلیل کوواریانس (طبیعی بودن توزیع داده ها، همگنی واریانس ها، خطی بودن رابطه متغیر وابسته و همپراش، همگنی شیب های رگرسیون) مورد

بررسی قرار گرفت. با توجه به برقراری مفروضه ها، از ۴ سری تحلیل کوواریانس برای آزمون فرضیه ها استفاده شد که در آن ها متغیر گروه ها (مکمل و دارونما) به عنوان متغیر مستقل، مقادیر کاتالاز استراحت و بعد از فعالیت ورزشی پس از دوره مکمل سازی و نیز مقادیر گلوتاتیون پراکسیداز استراحت و بعد از فعالیت ورزشی، پس از دوره مکمل سازی به عنوان متغیرهای وابسته و مقادیر پیش از دوره مکمل سازی این متغیرها به عنوان متغیر کنترل (همپراش) در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از این تحلیل ها در جدول شماره ۳ آمده است. بر اساس اطلاعات این جدول، نتایج در خصوص مقادیر استراحتی آنزیم ها نشان داد که پس از کنترل اثر سطوح اولیه، اثر گروه بر مقادیر استراحتی کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز ازلحاظ آماری معنی دار است، طوری که بر اساس مقادیر تعدیل شده، سطوح کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز زمان استراحت در گروه مکمل بالاتر از گروه دارونما قرار دارد. نتایج در خصوص مقادیر پس از فعالیت پلایومتریک آنزیم ها نشان داد که پس از کنترل اثر سطوح اولیه، اثر گروه بر مقادیر کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز پس از فعالیت پلایومتریک ازلحاظ آماری معنی دار است، طوری که بر اساس مقادیر تعدیل شده، سطوح کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز پس از فعالیت پلایومتریک در گروه مکمل بالاتر از گروه دارونما قرار دارد.

جدول شماره ۳: نتایج تحلیل کوواریانس برای مقایسه متغیرهای وابسته بین گروه ها بعد از دوره مکمل سازی با کنترل سطوح اولیه

متغیر وابسته (مقطع)	منبع تغییر	SS	df	MS	F	P	2η
کاتالاز (استراحت)	همپراش	۱۳۶/۰۷	۱	۱۳۶/۰۷	۲٤٦/۸۱	۰/۰۰۱	۰/۹۲۹
(U/gHb)	گروه	٦٥/۷۰	۱	٦٥/۷۰	۱۱۹/۱۷	۰/۰۰۱	۰/۸٦۲
	خطا	۱۰/٤۸	۱۹	۰/٥٥			
	کل	۱٦٦/۷٦	۲۱				
گلوتاتیون پراکسیداز	همپراش	٥٥/٤۰	۱	٥٥/٤۰	٦/٥۹	۰/۰۱۹	۰/۲٥۸
(استراحت) (U/gHb)	گروه	۱۳٦٥/٦۹	۱	۱۳٦٥/٦۹	۱٦۲/٥۰	۰/۰۰۱	۰/۸۹٥
	خطا	۱٥۹/٦۹	۱۹	۸/٤۰			
	کل	۱٥۷٤/۰۷	۲۱				
کاتالاز (بعد فعالیت	همپراش	۱٥۰/۲۹	۱	۱٥۰/۲۹	۳۷۰/۹٤	۰/۰۰۱	۰/۹٥۱
ورزشی) (U/gHb)	گروه	۲۹/۰٦	۱	۲۹/۰٦	۷۱/۷۳	۰/۰۰۱	۰/۷۹۱
	خطا	۷/۷۰	۱۹	۰/٤۱			
	کل	۱۹۸/٦۳	۲۱				
گلوتاتیون پراکسیداز (بعد	همپراش	۹٥/۰٦	۱	۹٥/۰٦	۲۸/۷۸	۰/۰۰۱	۰/٦۰۲
فعالیت ورزشی) (U/gHb)	گروه	٦۳۳/٤٦	۱	٦۳۳/٤٦	۱۹۱/۷٦	۰/۰۰۱	۰/۹۱۰
	خطا	٦۲/۷۷	۱۹	۳/۳۰			
	کل	۹۰۸/٥۰	۲۱				

بحث:

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی اثر مصرف مکمل ترکیبی متیل سولفونیل متان و گلوکزآمین بر سطوح کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز متعاقب یک جلسه فعالیت پلایومتریک در مردان کیک بوکسور آماتور بود. تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق نشان داد، مکمل سازی ۶ هفته‌ای ترکیب گلوکزآمین و متیل سولفونیل متان بر میزان سرمی استراحتی آنزیم کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز در مردان کیک بوکسور آماتور، تأثیر معنی داری دارد. این یافته با نتایج محققین موافق می باشد (۹،۱۴،۱۵،۲۱،۲۵). همچنین این تحقیق نشان داد که ۸۶/۲٪ تغییرات مقادیر گروه آزمایش در متغیر آنزیم کاتالاز و ۷۹/۱٪ تغییرات مقادیر گروه آزمایش در متغیر آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز ناشی از مکمل سازی ۶ هفته‌ای ترکیب گلوکزآمین و متیل سولفونیل متان می‌باشد.

افزایش سطوح آنزیم‌های کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز به دنبال مکمل سازی ۶ هفته‌ای می‌تواند دلیلی بر افزایش قدرت آنتی اکسیدانی بدن و حاکی از اثرات مثبت مکمل سازی ۶ هفته‌ای ترکیبی گلوکزآمین و متیل سولفونیل متان در مقابله با استرس اکسیداتیو باشد. گلوکزآمین و کندروتین سولفات اجزای تشکیل دهنده غضروف مفصلی می‌باشند و در خصوصیات فیزیولوژیک و مکانیکی این بافت نقش دارند. گلوکزآمین به عنوان ماده پیش ساز واحد دی ساکاریدی در مولکول گلوکزآمینوگلیکان غضروف نقش مهمی دارد (۲۶). گلوکزآمین اثرات غیر مرتبط با غضروف نیز دارد: ممانعت از تشکیل رادیکال سوپراکسید، ممانعت از ساخته شدن اکسید نیتریک می‌تواند توجیه کننده ی اثر سریع بر کاهش علائم در مطالعات کوتاه مدت این دارو در بیماران استئو آرتریتی باشد و نتایج درازمدت می‌تواند به دلیل اثرات گزارش شده بر متابولیسم غضروف مانند تحریک سنتز پروتئو گلیکان و کاهش فعالیت‌های کاتابولیک مانند اثرات متالوپروتئاز باشد (۲۲). شواهدی وجود دارد که این ماده فعالیت ضدالتهابی دارد که به متابولیسم پروستاگلاندین مربوط نمی‌شود و احتمالاً از طریق یک اثر جمع کنندگی رادیکال آزاد می‌باشد (۲۳،۲۷). در این راستا، گلوتاتیون پراکسیداز با تبدیل آنیون سوپراکسید به آب اکسیژنه، اثرات سمی این رادیکال را کاهش می‌دهد (۲۵).

آنزیم کاتالاز نیز یک عامل تعیین‌کننده وضعیت آنتی اکسیدانی است که با غیرفعال کردن یون سوپراکسید، نقش مهمی در از بین بردن خاصیت سمی آب اکسیژنه دارد. درنتیجه، افزایش سطوح کاتالاز و فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز متعاقب مداخله مکمل ترکیبی متیل سولفونیل متان و گلوکزآمین در مطالعه ما ممکن است نشان‌دهنده اثر مداخله‌های مکمل‌های ترکیبی متیل سولفونیل متان و گلوکزآمین در کاهش و یا مهار استرس اکسیداتیو از طریق مسیر افزایش سطح آنتی اکسیدانی باشد که نشان‌دهنده اثرات بهینه مکمل ترکیبی بر ظرفیت آنتی اکسیدانی می‌باشد. افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی جهت دتوکسیفیه کردن سطوح بالای پراکسید هیدروژن (H_2O_2) به آب (H_2O) منجر به کاهش بیشتر رادیکال‌های آزاد هیدروکسیل (OHo) خطرناک می شود (۲۸).

با افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز در این تحقیق احتمالاً شاهد این فرایند می‌باشیم. همچنین این مطالعه نشان داد، مکمل سازی ۶ هفته‌ای ترکیب گلوکزآمین و متیل سولفونیل متان بر مقادیر سرمی آنزیم کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز متعاقب یک جلسه تمرین پلایومتریک در مردان کیک بوکسور آماتور تأثیر معنی داری دارد. این یافته با نتایج محققین همخوانی دارد (۹،۱۸،۲۰،۲۹). نتایج مجذور اتا نشان داد، ۸۹/۵٪ تغییرات مقادیر گروه آزمایش در متغیر سرمی آنزیم کاتالاز و ۹۱٪ تغییرات مقادیر گروه آزمایش در متغیر سرمی آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز متعاقب یک جلسه تمرین پلایومتریک (تفاوت گروه‌ها در پس آزمون) ناشی از مکمل سازی

۶ هفته‌ای ترکیب گلوکزآمین و متیل سولفونیل متان می‌باشد. در شرایط طبیعی، مقادیر گونه‌های اکسیژن فعال شده و آنتی اکسیدان ها در یک وضعیت متعادل قرار دارند. زمانی که این تعادل در جهت افزایش گونه‌های اکسیژن فعال‌شده به‌خصوص در هنگام انجام تمرینات ورزشی شدید مختل گردد، باعث ایجاد استرس اکسیداتیو در سلول می‌شود (۳۰). در هنگام انجام تمرینات شدید استقامتی (هوازی)، تولید گونه‌های اکسیژن فعال شده افزایش می‌یابد و تصور بر این است که منبع اصلی این‌گونه مواد، میتوکندری سلول‌های عضلات فعال می‌باشد (۳۱).

Kalman و همکاران در تحقیقی که تأثیر مصرف متیل سولفونیل متان را بر خستگی و کوفتگی عضلانی در مردان مورد بررسی قرار داده بودند نیز، نتایج مشابهی با تحقیق حاضر به دست آوردند. این محققین علاوه بر خستگی و کوفتگی عضلانی میزان هموسیستئین و ظرفیت آنتی اکسیدانی را نیز در ارتباط با مصرف متیل سولفونیل متان مورد بررسی قرار دادند و کاهش در میزان خستگی و کوفتگی عضلانی را به افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی نسبت دادند (۱۷). سازوکار احتمالی پیشنهاد شده در رابطه با اثرات مکمل سازی ترکیبی گلوکزآمین و متیل سولفونیل متان در افزایش ظرفیت آنزیم‌های ضد اکسیدان به این صورت است که گلوکزآمین و متیل سولفونیل متان با افزایش ضداکساینده های درون سلولی مانند گلوتاتیون، اسیداوریک، بیلی‌روبین و بیان بیشتر آنزیم‌های ضد اکسایشی درون سلولی مانند سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز می‌تواند ظرفیت ضد اکسیدان تام سرمی را بالا ببرند (۳۲). در این بین، تولید گونه‌های اکسیژن فعال در طی فعالیت‌های ورزشی شدید، سبب بروز استرس اکسایشی شده و با ایجاد اختلال در موازنه ی اکسیدانت ها و آنتی اکسیدانت ها، اثرات مخربی را در سلول‌ها به وجود می‌آورد و این در حالی است که آنزیم‌های آنتی اکسیدانی سوپراکسید دیسموتاز، گلوتاتیون پر اکسیداز و کاتالاز به عنوان عوامل مداخله گر، برای جلوگیری از بروز واکنش های زنجیرهای رادیکال های آزاد، وارد عمل شده و در تعدیل فشار اکسایشی نقش موثری ایفا می‌کنند. اگرچه، فعالیت‌های ورزشی از یک‌سو با افزایش فشار اکسایشی، احتمال تشکیل رادیکال‌های آزاد مضر را افزایش می‌دهند، اما از طرف دیگر در این مطالعه با القای مکمل ضد اکسایشی ترکیبی گلوکزآمین و متیل سولفونیل متان که با افزایش آنزیم‌های آنتی اکسیدانی کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز همراه بود، سبب کاهش رادیکال‌های آزاد شدند.

نتیجه گیری:

مکمل سازی ترکیبی گلوکزآمین و متیل سولفونیل متان در تحقیق حاضر توانست احتمالاً با افزایش محتوی آنزیم‌های آنتی اکسیدانی کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز موجب افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی شود. همچنین، با توجه به این یافته‌ها، با در نظر گرفتن جوانب احتیاط می‌توان به ورزشکاران و غیر ورزشکاران پیشنهاد کرد، برای کاهش فشار اکسایشی ناشی از فعالیت های بدنی شدید و پیشگیری از اثرات مخرب آن، از مکمل سازی ترکیبی گلوکزآمین و متیل سولفونیل متان استفاده کنند. برای شناخت بیشتر تأثیرات مکمل سازی بر ظرفیت آنتی اکسیدانی و استرس اکسیداتیو پیشنهاد می شود که مکمل سازی جداگانه گلوکزآمین و متیل سولفونیل متان مورد بررسی قرار گیرد. همچنین، با توجه به کوتاه بودن دوره مکمل سازی (۶ هفته) در پژوهش حاضر، پیشنهاد می شود که تأثیرات مکمل سازی در دوره های زمانی طولانی تر مورد بررسی قرار گرفته و فاکتورهای بیشتری ازجمله هموسیستئین، گلوتاتیون، شاخص پراکسیداسیون لیپیدی (MDA) و CRP نیز اندازه گیری گردند.

تشکر و قدردانی:

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد خانم طیبه پژوهنده فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد گروه فیزیولوژی ورزشی می‌باشد که در تاریخ ۱۳۹۵/۰۱/۱۶

با شماره کد پایان‌نامه ی ۱۰۲۲۱۴۳۵۹۴۱۰۱۱ در دانشگاه آزاد اسلامی تبریز به تصویب رسید. بدین‌وسیله از کلیه اساتید و کارکنان آن واحد تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع:

1. Bloomer RJ, Goldfarb AH, Wideman L, McKenzie MJ, Consitt LA. Effects of acute aerobic and anaerobic exercise on blood markers of oxidative stress. J Strength Cond Res. 2005; 19(2): 276-85.
2. Fisher-Wellman K, Bloomer RJ. Acute exercise and oxidative stress: A 30 year history. Dyn Med. 2009; 8: 1.
3. McBride JM, Kraemer WJ, Triplett-McBride T, Sebastianelli W. Effect of resistance exercise on free radical production. Med Sci Sports Exerc. 1998; 30(1): 67-72.
4. Bloomer RJ. Effect of exercise on oxidative stress biomarkers. Adv Clin Chem. 2008; 46: 1-50.
5. Lindstedt SL, LaStayo PC, Reich TE. When active muscles lengthen: Properties and consequences of eccentric contractions. News Physiol Sci. 2001; 16: 256-61.
6. Burcin O. Comparison of the effect of plyometric training on oxidative stress and biochemical parameters among tennis players. Anthropologist. 2015; 19(1), 69-75.
7. Goldfarb AH, Bloomer RJ, McKenzie MJ. Combined antioxidant treatment effects on blood oxidative stress after eccentric exercise. Med Sci Sports Exerc. 2005; 37(2): 234-9.
8. Nakhostin-Roohi B, Niknam Z, Vaezi N, Mohammadi S, Bohlooli S. Effect of single dose administration of methylsulfonylmethane on oxidative stress following acute exhaustive exercise. Iran J Pharm Res. 2013; 12(4): 845-53.
9. Maranon G, Munoz-Escassi B, Manley W, Garcia C, Cayado P, De la Muela MS, et al. The effect of methyl sulphonyl methane supplementation on biomarkers of oxidative stress in sport horses following jumping exercise. Acta Vet Scand. 2008; 50: 45.
10. Wen ZH, Tang CC, Chang YC, Huang SY, Hsieh SP, Lee CH, et al. Glucosamine sulfate reduces experimental osteoarthritis and nociception in rats: Association with changes of mitogen-activated protein kinase in chondrocytes. Osteoarthritis Cartilage. 2010; 18(9): 1192-202.
11. Xing R, Song L, Lin W, Shengbao C, Huahua Y, Jinhua F, Pengcheng L. The preparation and antioxidant activity of glucosamine sulfate. Chin J Oceanol Limnol. 2009; 27: 283-7.
12. Yan Y, Wanshun L, Baoqin H, Changhong W, Chenwei F, Bing L, et al. The antioxidative and immunostimulating properties of D-glucosamine. Int Immunopharmac. 2007; 7(1): 29-35.
13. Wu YL, Lin AH, Chen CH, Huang WC, Wang HY, Liu MH, et al. Glucosamine attenuates cigarette smoke-induced lung inflammation by inhibiting ROS-sensitive inflammatory signaling. Free Radic Biol Med. 2014; 69: 208-18.
14. Nakhostin-Roohi B, Barmaki S, Khoshkhahesh F, Bohlooli S. Effect of chronic supplementation with methylsulfonylmethane on oxidative stress following acute exercise in untrained healthy men. J Pharm Pharmacol. 2011; 63(10): 1290-4.
15. Godwin S, Bloomer RJ, Merwe M, Benjamin R. MSM enhances LPS-induced inflammatory response after exercise. J Int Soc Sports Nutr. 2015; 12(1): 48.
16. Kim LS, Axelrod LJ, Howard P, Buratovich N, Waters RF. Efficacy of methylsulfonylmethane (MSM) in osteoarthritis pain of the knee: A pilot clinical trial. Osteoarthr Cartil. 2006; 14(3): 286-94.
17. Kalman DS, Feldman S, Scheinberg AR, Krieger DR, Bloomer RJ. Influence of Methyl sulfonylmethane on markers of exercise recovery and performance in healthy men: A pilot study. J Int Soc Sports Nutr. 2012; 9(1): 46-57.
18. Samavati MA, Farhangi N. Effect of Methylsulfonylmethane consumption on the concentration of plasma IL-6 and some indices of recovery period after a single bout intensive sporting activity in inactive women. J Appl Sport Physiol. 2014; 19: 65-74. [Persian]
19. Withee E, Kimberly T, Regina D, Hanes D. Effects of MSM on exercise-induced muscle and joint pain: A pilot study. J Int Soc Sports Nutr. 2015; 12(1): 8.

20. Nakhostin-Roohi B, Niknam Z, Vaezi N, Mohammadi S, Bohlooli S. effect of single dose administration of methylsulfonylmethane on oxidative stress following acute exhaustive exercise. Iran J Pharm Res. 2013; 12(4): 845--53.
21. Parcell S. Sulfur in human nutrition and applications in medicine. Altern Med Rev. 2002; 7(1): 22-44.
22. Rashad S, Revell P, Hemingway A, Low F, Rainsford KW. Effect of non-steroidal anti-inflammatory drugs on the course of ostcoarthritis. Lancet. 1989; 2: 519-22.
23. McAlindon TE, Valley MP, Gulin JP, Felson DT. Glucosamine and chondroitin for treatment of osteoarthritis: A systemic quality assessment and meta- analysis. JAMA. 2000; 283: 1469-75.
24. Kish K, Mezil Y, Ward WE, Klentrou P, Falk B. Effects of plyometric exercise session on markers of bone turnover in boys and young men. Eur J Appl Physiol. 2015; 115(10): 2115-24.
25. Fallah-Mohammadi M, Fallah-Mohammadi Z, Mir-Karimpour SH. Effect of single moderate exercise and accompany with Glucosamine consumption on the knee osteoarthritis in rats. J Appl Sport Physiol. 2013; 18: 27-42. [Persian]
26. John N, Norman S. Non operative treatment of knee Arthritis. In: Marc W, Michael A, David S, editor. Surgery of the knee: From Churchill Livingstone, Philadephia USA. 2001; 21(3): 574-75.
27. Dodge GR, Hawkins DF, Jimenez SA. Modulation of aggrecan, MMPI, and MMP3 production by glucosamine sulfate in cultured human osteoarthritis articular chondrocytes. Arthritis Rheum. 1999; 42(1): 253.
28. de Oliveira VN, Bessa A, Jorge ML, Oliveira RJ, de Mello MT, De Agostini GG, Jorge PT, Espindola FS. The effect of different training programs on antioxidant status, oxidative stress, and metabolic control in type 2 diabetes. Appl Physiol Nutr Metab. 2012; 37(2): 334-44.
29. Usha PR, Naidu MU. Randomised, double-blind, parallel, placebo-controlled study of oral glucosamine, methylsulfonylmethane and their combination in osteoarthritis. Clin Drug Investig. 2004; 24(6): 353-63.
30. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Exercise physiology, 2nd edition. Philadelphia: Lippincott. 2007; 6(5): 72-4.
31. Attaran M, Pas-Qualotto E, Margaritas I, Palazzetti S, Rousseau AS. Antioxidants supplementation and tapering exercise, improve exercise-induced antioxidant response. Am J Nutrition. 2003; 22(2): 147-56.
32. Valvason C, Musacchio E, Pozzuoli A, Ramonda, R, Aldegheri R, Punzi L. Influence of glucosamine sulphate on oxidative stress in human osteoarthritic chondrocytes: Effects on HO-1, p22Phox and iNOS expression. Rheumatology. 2008; 47: 31-5.

Journal of Shahrekord University of Medical Sciences
(J Shahrekord Univ Med Sci) 2018; 20(5): 33-44.

Original article

Effect of one supplementation period of methylsulfonylmethane and glucosamine on some antioxidants following a plyometric exercise session

Pazhuhandeh T, Zehsaz F*
Physical Education and Sport Sciences Dept., Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, I.R. Iran.

Received: 3/Jun/2017 Accepted: 20/Aug/2017

Background: Intensive physical activity results in release of free radicals and oxidative damages in biomacromolecules. Consumption of sulfuric supplements may affect on the levels of oxidative stress following intensive exercises. Therefore, the effect of 6 weeks combined supplementation of methylsulfonylmethane and glucosamine on the glutathione peroxidase and catalase following a plyometric exercise session in amutor male athletes was studied in the present study.

Methods: The study was a double-blinded quasi-experimental reseach with a pre- and post-test design in which 22 amateur male were randomly assigned into two groups of supplement (n=11) and placebo (n=11), and participated in two bouts of plyometric exercise before and after the supplementation period. The supplementation period included daily consumption of 3 miligrams/bw combined methylsulfonylmethane and glucosamine for 6 weeks. The serum levels of Glutathione Peroxidase and Catalase enzymes were determined before and after the two plyometric exercise sessions, and the collected data were analyzed using analysis of covariance (ANCOVA) at $P<0.05$ significant level.

Results: After controlling the effects of the initial levels, the levels of glutathione peroxidase and catalase enzymes after exercise for the supplement group were higher than the placebo group (respectively, $F_{2,19}= 71.73$, $P=0.001$ and $F_{2,19}= 191.76$, $P=0.001$).

Conclusion: Combined supplementation of methylsulfonylmethane and glucosamine may increase anti-oxidant capacity in athletes through increased levels of glutathione peroxidase and catalase enzymes.

***Keywords*:** Methylsulfonylmethane, Glucosamine, Glutathione Peroxidase, Catalase, Plyometric exercise.

Cite this article as: Pazhuhandeh T, Zehsaz F. Effect of one supplementation period of methylsulfonylmethane and glucosamine on some antioxidants following a plyometric exercise session. J Shahrekord Univ Med Sci. 2018; 20(5): 33-44.

***Corresponding author:**
Physical Education and Sport Sciences Dept., Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, I.R. Iran. Tel: 00989144176472, E-mail: f-zehsaz@iaut.ac.ir