JAHSSP

http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/10.22049/jassp.2019.26529.1203

مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش
سال پنجم، شماره اول؛
بهار و تابستان ۱۳۹۷
صفحات ۴۴-۳۷

Original Article

Open Access

تأثیر مکمل ترکیبی متیل سولفونیل متان و گلوکزآمین بر سطوح مالون دی آلدئید و سوپر اکسید دیسموتاز متعاقب یک جلسه فعالیت پلایومتریک در مردان ورزشکار

علی مهربانی*[۱]، فرزاد زهساز[۲]

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۱/۰۷ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۲/۱۲

چکیده

هدف پژوهش حاضر تعیین تأثیر شش هفته مکمل سازی ترکیبی متیل سولفونیل متان و گلوکزآمین بر سطوح مالون دی آلدئید و آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز متعاقب یک جلسه تمرین پلایومتریک می‌باشد. در این پژوهش نیمه تجربی ۲۲ ورزشکار مرد به‌طور تصادفی در دو گروه مکمل و دارونما جای گرفته و قبل و بعد از دورهٔ مکمل‌سازی، در دو وهله فعالیت پلایومتریک شرکت کردند. برای اندازه¬گیری میزان سرمی آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز و مالون دی آلدئید، خون‌گیری در چهار مرحله انجام گرفت. داده¬ها با استفاده از تحلیل کوواریانس در سطح اطمینان ۹۵ درصد تحلیل شدند. مقدار مالون دی آلدئید در گروه مکمل پس از فعالیت پلایومتریک به‌طور معنی‌داری کمتر از گروه دارونما بود و میزان فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز در گروه مکمل نسبت به گروه دارونما بیشتر بود. مکمل‌سازی ترکیبی ممکن است با افزایش محتوی آنزیم آنتی‌اکسیدانی سوپر اکسید دیسموتاز باعث کاهش پراکسیداسیون لیپیدی (سطوح مالون دی آلدئید) و افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و درنتیجه کاهش فشار اکسایشی شود.

واژه‌های کلیدی: متیل سولفونیل متان، گلوکزآمین، سوپر اکسید دیسموتاز، مالون دی آلدئید. پلایومتریک

با اسکن QR فوق می‌توانید جزئیات مقاله حاضر را در سایت www.jahssp.azaruniv.ac.ir/. مشاهده کنید

۱-علی مهربانی کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

۲- دانشیار فیزیولوژی ورزشی گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران. نویسنده مسئول: f-zehsaz@iaut.ac.ir

نحوه ارجاع: مهربانی علی، زهساز فرزاد. تأثیر مکمل ترکیبی متیل سولفونیل متان و گلوکزآمین بر سطوح مالون دی آلدئید و سوپر اکسید دیسموتاز متعاقب یک جلسه فعالیت پلایومتریک در مردان ورزشکار. مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش ۱۳۹۷؛ ۵(۱): ۴۴-۳۷.

Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

JAHSSP

http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/10.22049/jassp.2019.26529.1203

Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology
Volume 5, Number 1
Spring /Summer 2018
37-44

Original Article

Open Access

The Effect of Combined Supplementation with Methyl Sulfonyl Methane and Glucosamine on Superoxide Dismutase and Malondialdehyde Levels After a Bout of Plyometric Exercise Training in Athlete Males

Mehrabani Ali[1], Zehsaz Farzad[2]

Received 27 January 2019; accepted 2 May 2019

Abstract

The aim of this study is to survey the effect of six weeks combined supplementation of methylsulfonylmethane and glucosamine on the superoxide dismutase and malondialdehyde levels following a plyometric exercise session in amutor male athletes. In this quasi-experimental research, 22 male athletes were randomly assigned into two groups of supplement, and participated in two bouts of plyometric activity before and after the supplementation period. The serum levels of superoxide dismutase and malondialdehyde enzymes were determined based on the four-time blood sampling, and the collected data were analyzed using analysis of covariance (ANCOVA) at the 95 percent confidence level. Malondialdehyde after plyometric exercise in the supplement group were significantly lower than the control group, and Superoxide Dismutase activity was higher in the supplement group compared to the control one. The combined supplementation maybe increases the content of the antioxidant enzyme (superoxide dismutase) that results in decreasing lipid peroxidation (malondialdehyde levels), increasing the antioxidant capacity and decreasing the oxidative stress.

Keywords: Methyl Sulfonyl Methane, Glucosamine, Superoxide Dismutase, Malondialdehyde Plyometric

Scan this QR code to see the accompanying video, or visit jahssp.azaruniv.ac.ir

1- Msc of Exercise Physiology, Department of Physical Education & Sport Sciences, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

2- Assistant Professor in Exercise Physiology, Department of Physical Education & Sport Sciences, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
Corresponding Author:
f-zehsaz@iaut.ac.ir

Cite as: Mehrabani Ali, Zehsaz Farzad. The effect of Combined Supplementation with Methyl Sulfonyl Methane and Glucosamine on Superoxide Dismutase and Malondialdehyde Levels after a Bout of Plyometric Exercise Training in Athlete Males. Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology. 2018; 5(1): 37-44.

Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

مقدمه

فعالیت بدنی باوجود فواید گوناگونی که برای سلامتی عمومی دارد، می‌تواند با افزایش متابولیسم و به دنبال آن مصرف بیشتر اکسیژن، به تولید گونه‌های فعال اکسیژن[1] و رادیکال‌های آزاد منجر شود (۱). رادیکال‌های آزاد، اتم‌ها یا مولکول‌هایی هستند که در ساختمان شیمیایی آن‌ها یک یا چند الکترون جفت نشده وجود دارد که بسیار واکنش‌پذیر می‌باشند (۲). رادیکال‌های آزاد اکسیژن‌دار مانند آنیون سوپر اکسید، رادیکال هیدروکسیل و نیتریک اکساید و شامل گونه‌های غیر رادیکالی مانند پراکسید هیدروژن و اسید هیپوکلروس[2] می‌باشند (۳). اگرچه تولید رادیکال‌های آزاد تااندازه‌ای برای فرآیندهای فیزیولوژیک بدن ضروری است، اما افزایش بی‌رویهٔ آن‌ها که اغلب به‌صورت گونه‌های فعال اکسیژن هستند، برای بدن مضر است و منجر به بروز فشار اکسایشی می‌شود. فشار اکسایشی وضعیتی است که در آن تعادل بین تولید رادیکال‌های آزاد و دفع یا از بین بردن آن‌ها توسط سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی بدن دچار اختلال می‌شود. فشار اکسایشی از روی آسیب به پروتئین‌ها، لیپیدها، RNA، DNA، غشای سلول‌ها، غیرفعال شدن آنزیم‌ها، آسیب به گلبول‌های قرمز و با پیر شدن سلول‌ها قابل‌شناسایی است (۴). رادیکال‌های آزاد به اجزای سلولی به‌خصوص به اسیدهای چرب غیراشباع در غشای سلولی حمله می‌کنند و در طی فرآیند لیپید پراکسیداسیون، باعث افزایش تولید رادیکال‌های آزاد می‌شوند. به‌این‌ترتیب که اسیدهای چرب شکسته و گازهای هیدروکربنی اتان و پنتان و نیز آلدئیدها، تشکیل می‌شوند که مالون دی آلدئید[3]، فرآوردهٔ نهایی پراکسیداسیون لیپید شناخته می‌شود (۵). در نقطه مقابل، گونه‌های فعال اکسیژن توسط سیستمی در داخل بدن خنثی می‌شود که تحت عنوان سیستم آنتی‌اکسیدانی شناخته می‌شود. آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی درون‌زا شامل کاتالاز[4]، سوپر اکسید دیسموتاز[5]، گلوتاتیون پراکسیداز[6] و آنتی‌اکسیدان‌های غیر آنزیمی شامل اسید اوریک، کوآنزیم کیو ۱۰[7]، آلبومین و بیلی روبین می‌باشند (۶). سوپراکسید دیسموتازها، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی هستند که با دیسموتاسیون آنیون سوپراکسید به پراکسید هیدروژن و مولکول اکسیژن نقش بسیار مهم و عمده‌ای در حذف رادیکال‌های آزاد بر عهده‌دارند (۷).

اگرچه همه مکانیسم‌ها و واکنش‌های تولید رادیکال‌های آزاد حین فعالیت ورزشی به‌درستی شناخته نشده‌اند، اما اکنون شواهد محکمی وجود دارند که تولید سوپراکسید و هیدروژن پراکسید توسط میتوکندری، آنزیم گزانتین اکسیداز، نوتروفیل‌ها و دیگر سلول‌های فاگوسیتوز در حین فعالیت ورزشی را تائید می‌کنند (۸). افزایش رادیکال‌های آزاد به هنگام فعالیت بدنی می‌تواند هومئوستاز مواد ضداکسایشی و پروآکسیدان‌های درون‌سلولی را برهم زده و درنتیجه باعث التهاب، استرس اکسایشی، خستگی و آسیب عضلانی گردد. بیشتر مطالعات بروز فشار اکسایشی پس از انجام فعالیت‌های طولانی‌مدت استقامتی، ورزش‌های شدید کوتاه‌مدت و فعالیت‌های وامانده‌ساز را مورد تأیید قرار داده‌اند (۴). در میان فعالیت‌های ورزشی مختلف، تمرین‌ها و فعالیت‌های با ماهیت سرعتی و توانی مانند پلایومتریک دستهٔ مهمی را به خود اختصاص می‌دهند. این نوع از فعالیت‌ها که خصوصیات خاص و منحصربه‌فردی ازجمله آسیب به بافت‌های مختلف بدنی دارند، می‌توانند سبب تولید گونه‌های فعال اکسیژنی و انواع رادیکال‌های آزاد از مسیرهای مختلف شوند (۴). محققان گزارش کردند که فعالیت پلایومتریک موجب افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی به‌خصوص گلوتاتیون پراکسیداز و کاتالاز می‌شود که نشان‌دهنده فشار اکسایشی هستند. در این میان مواد ضداکسایشی درون‌زاد قادر به جلوگیری کامل از آسیب اکسایشی نیستند و تعادل بین تولید و دفع رادیکال‌های آزاد به هم می‌خورد. در چنین مواقعی، نقش مواد ضداکسایشی و مصرف مکمل‌ها اهمیت پیدا می‌کند (۹). آگاهی ورزشکاران از فواید استفاده از مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی گوناگون برای تقویت دستگاه آنتی‌اکسیدانی بدن، موجب مصرف فراوان این مواد توسط ورزشکاران شده است و پژوهش‌های بسیاری فواید استفاده از این مکمل‌ها را تأیید کرده‌اند (۱۰). ورزشکاران از مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی به‌منظور کاهش فشار اکسایشی و همچنین بهبود عملکرد ورزشی استفاده می‌کنند. شواهدی وجود دارد که خنثی شدن گونه‌های فعال اکسیژن توسط مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی می‌تواند به‌صورت مثبت بر عملکرد ورزشی تأثیر بگذارد. به‌عنوان مثال، استفاده از برخی مکمل‌ها با تبدیل H_2O_2 به آب از خستگی ناشی از گونه‌های فعال اکسیژن می‌کاهد (۱۱). ازاین‌رو، دانشمندان و به‌ویژه محققین علوم زیستی ورزشی قصد دارند تا با شناسایی فرآیندهای مختلف و ارائه راهبردهای کاربردی به ارتقای عملکرد ورزشکاران کمک نمایند. بدیهی است که در صورت مصرف مواد و مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی، ورزشکاران از حداکثر سودمندی در عملکرد و اجرا برخوردار خواهند شد (۱۲). ازجمله مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی، ترکیبات سولفوردار می‌باشند که مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته است. ترکیبات سولفوردار در تمام سلول‌های بدن یافت می‌شوند و جزء ضروری ادامه حیات به‌حساب می‌آیند. اخیراً توجه زیادی به عوامل ضدالتهابی محصولات طبیعی شده است. یکی از این مواد طبیعی که می‌تواند خاصیت ضدالتهابی داشته باشد، متیل سولفونیل متان[8] (۱۳) می‌باشد که یک ماده مغذی آلی است که از سولفور، اکسیژن و گروه‌های متیل تشکیل شده است و خاصیت ضدالتهابی داشته و قادر است رادیکال‌های آزاد را شکار کند. متیل سولفونیل متان در میوه‌ها، سبزیجات، و شیر یافت می‌شود (۱۴). از مکمل‌های مهم دیگری که ویژگی آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی دارد مکمل گلوکزآمین می‌باشد که یک قند آمینی بوده و سال‌ها برای درمان کاهش فشار اکسایشی مرتبط با آرتریت[9] مورد استفاده قرار گرفته است (۱۵). محققان پیشنهاد می‌کنند که مصرف گلوکزآمین موجب توقف فعالیت رادیکال سوپراکسید و مهار تولید نیتریک اکساید می‌شود (۱۶). همچنین مصرف گلوکزآمین با کاهش تولید رادیکال‌های آزاد باعث تسهیل در فرآیند ترمیم بافت‌های صدمه دیده می‌شود. مکمل گلوکزآمین با کاهش آسیب اکسایشی، از طریق مهار رادیکال هیدروکسیل از مولکول‌های پروتئین و چربی محافظت می‌کند (۱۷). کالمن[10] و همکاران (۱۸) با مطالعه روی مردان سالمی که تمرین متوسط داشتند (کمتر از ۱۵۰ دقیقه در هفته)، نشان دادند که به دنبال مصرف ۳ گرم متیل‌سولفونیل متان در مقایسه با دُز ۱/۵ گرم، خستگی به‌طور معنی‌دار کاهش یافته و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام افزایش می‌یابد. براساس پژوهش مذکور، مصرف روزانه ۳ گرم متیل‌سولفونیل متان ممکن است شاخص‌های ریکاوری پس از ورزش را تحت تأثیر قرار دهد (۱۸). گادوین[11] و همکاران (۱۹) 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 ضداکسایشی قویی دارد (۱۹). بااین‌حال، نتایج مطالعه ویتی[12] و همکاران (۲۰) نشان داد که مصرف ۳

1 Reactive Oxygen Species
2 Hypochlorous Acid
3 Malondialdehyde (MDA)
4 Catalase (CAT)
5 Superoxide Dismutase (SOD)
6 Glutathione Peroxidas (GPx)
7 Q10
8 Methylsulfonylmethane
9 Arthritis
10 Kalman
11 Godwin
12 Withee

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

میلی‌گرم متیل سولفونیل متان به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن برای ۲۱ روز قبل از دویدن مسافت ۲۰ کیلومتری نتوانست اثرات ضداکسایشی معنی‌داری داشته باشد (۲۰). به‌طورکلی، براساس مطالعات صورت گرفته روی نمونه‌های حیوانی و بیماران، متیل سولفونیل متان و گلوکز آمین می‌توانند خاصیت ضد درد، ضد التهاب و ضد استرس اکسایشی داشته باشند (۱۴, ۲۱). بااین‌حال در مورد اینکه آیا این مواد می‌توانند بر التهاب و استرس اکسایشی ناشی از فعالیت بدنی در افراد سالم نیز مؤثر باشند، با توجه به منابع در دسترس، اطلاعات اندکی وجود دارد. در مطالعات اخیر اثر مکمل گلوکزآمین و متیل سولفونیل متان بر روی فشار اکسایشی به‌تنهایی و مدت زمان بارگیری کم مورد بررسی قرار گرفتند (۹). با توجه به مطالعات محدود در این زمینه، مطالعهٔ حاضر باهدف بررسی تأثیر شش هفته مصرف مکمل ترکیبی متیل سولفونیل متان و گلوکزآمین بر سطوح مالون دی آلدئید و سوپر اکسید دیسموتاز متعاقب یک جلسه تمرین پلایومتریک در مردان ورزشکار انجام شد.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی دو سوکور با طرح پیش آزمون و پس آزمون با چهار بار نمونه‌گیری خونی در دو گروه مکمل (تجربی) و دارونما (کنترل) بود. جامعه آماری پژوهش حاضر، مردان کیک بوکسور آماتور شهر تبریز بود که در سال ۱۳۹۶ براساس فراخوان، ۲۲ نفر برای شرکت در پژوهش اعلام آمادگی کردند که با توجه به ارزیابی توسط نرم‌افزار جی پاور[1] این تعداد نمونه کافی می‌باشد. آزمودنی‌ها باید حداقل سه سال سابقهٔ ورزشی منظم داشته و در شروع اجرای پژوهش دچار هیچ‌گونه بیماری و عارضه‌ای نبوده و در ۶ ماه گذشته از هیچ‌گونه مکمل دارویی استفاده نمی‌کردند. در ابتدا، هدف و روش اجرای آن به‌طور کامل به آگاهی ورزشکاران رسیده و رضایت‌نامه کتبی از آن‌ها اخذ گردید. از آزمودنی‌ها خواسته شد در طی اجرای تحقیق رژیم غذایی عادی و فعالیت روزانه خود را حفظ کنند و از مصرف هرگونه مکمل خودداری نمایند. آزمودنی‌ها جهت آشنایی با شرایط تحقیق و نحوه اجرای آن و همچنین انجام اندازه‌گیری‌های مقدماتی (اندازه‌گیری قد، وزن و درصد چربی بدن) در محل سالن ورزشی حاضر شده و سپس به‌صورت تصادفی در دو گروه ۱۱ نفره جای گرفتند. دو گروه در دو مرحله تمرینات پلایومتریک شرکت کردند: ۱) قبل از شروع دورهٔ شش هفته‌ای مصرف مکمل، ۲) پس از دورهٔ شش هفته‌ای مصرف مکمل. برای اندازه‌گیری میزان سرمی آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز و مالون دی آلدئید، خون‌گیری در چهار مرحله انجام گرفت که شامل زمان استراحت و بلافاصله بعد از تمرینات پلایومتریک در مرحلهٔ پیش از شش هفته مکمل‌گیری و نیز زمان استراحت و بلافاصله بعد از تمرینات پلایومتریک در مرحلهٔ پس از شش هفته مکمل‌گیری. در دوره مکمل‌گیری، گروه مکمل برای شش هفته، هر روز ۳ میلی‌گرم (۱۴) مکمل گلوکز آمین و متیل سولفونیل متان به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن دریافت کرد و گروه کنترل به همین ترتیب دارونما (نشاسته) دریافت کرد. همچنین، در دوره مکمل‌گیری، آزمودنی‌ها هفته‌ای سه جلسه به تمرینات رایج کیک بوکسینگ به مدت ۹۰ دقیقه پرداختند. پیش و پس از دوره شش هفته‌ای مکمل‌سازی، هر دو گروه در دوره یک وهله تمرین پلایومتریک که به‌صورت ایستگاهی طراحی شده است (۲۲) شرکت نمودند. جلسات تمرین شامل گرم کردن استاندارد، تمرینات اصلی و سرد کردن بود. تمرینات پلایومتریک در پنج ایستگاه تمرینی به شرح زیر، هر ایستگاه در سه نوبت و هر نوبت در هشت تکرار انجام شد و فاصله استراحت بین هر نوبت سه دقیقه بود:

۱. پرش از بالای جعبه ۵۵ سانتی‌متری[2]
۲. پرش به‌صورت یک‌پا جلو با یک‌پا عقب[3]
۳. پرش از روی هشت مانع ۴۰ سانتی‌متری به‌صورت پا جفت[4]
٤. پرش به‌صورت لی‌لی با یک‌پا[5]
٥. پرش همراه با باز کردن پاها[6]

برای اندازه‌گیری دقیق قد و وزن آزمودنی‌های تحقیق حاضر از دستگاه ترازو و قدسنج با مارک سکا ساخت کشور آلمان استفاده شد. برای اندازه‌گیری شاخص توده بدن از دستگاه ترکیب بدن ساخت کشور کره جنوبی با مشخصه IOI استفاده شد. به این منظور، پس از وارد کردن کد برای هر فرد و مشخصات آن فرد مانند سن، قد و جنسیت از طریق کامپیوتر و قبول اطلاعات از طریق برنامه، آزمودنی‌ها با پای برهنه روی دستگاه قرار گرفته و با دست‌هایشان دسته‌های دستگاه را با زاویه ۳۵ درجه گرفتند و دکمه واقع در دسته دستگاه را به مدت زمان ۱۵ ثانیه نگه داشتند. پس از ۱۵ ثانیه وزن خالص بدن، وزن چربی بدن، درصد چربی بدن و شاخص توده بدن آزمودنی‌ها مشخص و ثبت شد. در هر چهار مرحله خون‌گیری از سرنگ معمولی استریل شده استفاده گردید. محل تزریق در بازو با الکل ایزوپروپیل ۷۰ درصد استریل شده و چند سانتیمتر بالاتر از مفصل آرنج و محل تزریق با تورنیکه بسته شد. سپس سرنگ به داخل یکی از سیاهرگ‌های بزرگتر بازو[7] تزریق گردیده و حدود ۵ سی‌سی خون‌گیری انجام گرفت. ۲ سی‌سی از خون در داخل لوله‌های ضد انعقاد $EDTA\ K_2$ آزمایشگاهی ریخته شده و ۳ سی‌سی باقی‌مانده در داخل لوله‌های لخته ژل دار ریخته شده و سانتریفیوژ شدند (۱۵ دقیقه) و سرم شناور بر روی سطح جمع‌آوری شد و سپس در داخل میکرو تیوب‌ها (۱/۵ سی‌سی) ریخته شده و در دمای ۷۰- درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شد تا بعداً مورد استفاده قرار گیرد. فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در نمونه‌های همگن‌شده، با استفاده از کیت تجاری راندوکس[8] و با روش الایزا اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری مالون دی آلدئید به روش تیوباربیتوریک اسید انجام پذیرفت. تحت شرایط اسیدی و دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد یک مولکول مالون دی آلدئید با دو مولکول تیوباربیتوریک اسید واکنش داده و کمپلکس صورتی رنگی را ایجاد می‌کند. در ابتدا پروتئین سرم با استفاده از تری کلرواستیک اسید جدا شده، سپس رسوب آن با سانتریفوژ جدا گردیده و از محلول صاف شده جهت اندازه‌گیری مالون دی آلدئید استفاده شد. با روش اسپکتروفتومتری (دستگاه Jenway 6105 UV/ VIS) جذب نوری کمپلکس رنگی در طول موج ۵۳۲ نانومتر پس از کسر جذب زمینه در طول موج ۵۷۲ نانومتر انجام گردید.

داده‌های گردآوری شده با محاسبه میانگین و انحراف استاندارد و رسم جدول طبقه‌بندی و توصیف شدند. برای تحلیل داده‌ها و آزمون فرضیه‌های تحقیق از تحلیل کوواریانس استفاده شد. به این منظور ابتدا پیش‌فرض‌های آماری تحلیل کوواریانس شامل طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو–ویلک، همگنی واریانس گروه‌ها با استفاده از آزمون لوین، خطی بودن رابطه متغیر وابسته و همپراش با استفاده از ترسیم نمودار و همگنی شیب‌های رگرسیون با استفاده از بررسی تعامل بین متغیر مستقل و همپراش بررسی و مورد تأیید قرار گرفت. کلیه تحلیل‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد و با استفاده از بسته آماری SPSS نسخه ۲۱ انجام شد.

1 G*Power
2 Drop Jumps
3 Lunge Jumps
4 Hurdle Jumps
5 Single-Leg Hops
6 Jumping Jacks
7 Antecubital Fossa
8 Randox Laboratories Crumlin, United Kingdom

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

مطالعه حاضر دارای کد اخلاقی دانشکده علوم پزشکی دانشگاه ******* به شماره ********* و کد کارآزمایی بالینی ******* می‌باشد.

یافته‌ها

جدول ۱ ویژگی‌های آنتروپومتریک نمونه‌های پژوهش را قبل از مداخله نشان می‌دهد. شرکت‌کننده‌ها در گروه مکمل و دارونما از نظر سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی هیچ تفاوت معنی‌داری نداشتند. جدول ۲ میانگین و انحراف معیار مقادیر آنزیم‌های آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز و مالون دی آلدئید گروه‌های تجربی (n =۱۱) و دارونما (n =۱۱) در مقاطع مختلف اندازه‌گیری را نشان می‌دهد.

جدول ۱. ویژگی‌های آنتروپومتریک نمونه‌ها قبل از مداخله و مقایسهٔ دو گروه

ویژگی	گروه‌ها		p
	تجربی	دارونما	
سن (سال)	۲۶/۹۰±۴/۶۱	۲۵/۴۵±۳/۳۸	۰/۴۰۹
قد (سانتی‌متر)	۱۷۶±۴/۰۱	۱۷۶±۴/۰۴	۰/۹۲۰
وزن (کیلوگرم)	۸۲/۷۹±۱۳/۰۳	۸۴/۶۰±۷/۶۰	۰/۶۹۳
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۷/۶۲±۳/۶۱	۲۷/۳۱±۲/۳۰	۰/۶۰۱

جدول ۲. مقادیر آنزیم‌های آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز و مالون دی آلدئید گروه‌های تجربی (n =۱۱) و دارونما (n =۱۱)

آماره	گروه‌ها	پیش از مکمل‌سازی		پس از مکمل‌سازی	
		استراحت	بعد از تمرین	استراحت	بعد از تمرین
میزان تغییرات آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز برحسب (IU/g Hb)	تجربی	۱۰۸۸/۷۳±۱۸۸/۵۷	۱۲۰۰/۷۳±۱۸۲/۶۷	۱۱۰۳/۱۸±۱۸۷/۵۲	۱۳۴۹/۰۹±۱۸۵/۷۷
	دارونما	۱۲۵۲/۲۷±۲۱۷/۲۳	۱۳۶۵/۹۱±۲۱۷/۱۷	۱۲۵۳/۵۵±۲۱۴/۳۱	۱۳۶۲/۶۴±۲۱۴/۲۶
میزان تغییرات مالون دی آلدئید برحسب (mmol/L)	تجربی	۱/۷۸±۰/۴۷	۳/۰۱±۰/۴۷	۱/۹۷±۰/۴۷	۲/۰۱±۰/۴۹
	دارونما	۲/۰۶±۰/۳۷	۲/۸۵±۰/۷۳	۲/۰۸±۰/۳۳	۲/۹۹±۰/۶۷

برای تحلیل داده‌ها ابتدا پیش‌فرض‌های استفاده از تحلیل کوواریانس (طبیعی بودن توزیع داده‌ها، همگنی واریانس‌ها، خطی بودن رابطه متغیر وابسته و همپراش، همگنی شیب‌های رگرسیون) مورد بررسی قرار گرفت. سپس، ترسیم نمودارهای پراکنش متغیرهای همپراش در مقابل متغیرهای وابسته برای هرکدام از گروه‌های مکمل و دارونما نشان داد که رابطه بین متغیرهای همپراش و وابسته خطی است. در ادامه، برای بررسی همگنی شیب‌های رگرسیون، عدم تعامل معنی‌دار بین متغیر مستقل (گروه) و متغیر همپراش مورد تحلیل قرار گرفت و نتایج حاصله نشان داد که برای هیچ‌یک از متغیرهای وابسته، اثر تعاملی گروه و متغیر همپراش سوپر اکسید دیسموتاز (Fs(۱,۱۸) = ۰/۳۰۸ − ۰/۳۷۰ ،Ps=۰/۵۵۲−۰/۵۸۶) و مالون دی آلدئید (Fs(۱,۱۸) = ۰/۰۱۱ − ۳/۰۶۵ ،Ps=۰/۰۹۷−۰/۹۱۸) از لحاظ آماری معنی‌دار نیست. با توجه به برقراری مفروضه‌ها، از چهار سری تحلیل کوواریانس برای آزمون فرضیه‌ها استفاده شد، که در آن‌ها متغیر گروه (تجربی و دارونما) به‌عنوان متغیر مستقل، مقادیر سوپر اکسید دیسموتاز استراحت و بعد از تمرین پس از دوره مکمل‌سازی و نیز مقادیر مالون دی آلدئید استراحت و بعد از تمرین پس از دوره مکمل‌سازی به‌عنوان متغیرهای وابسته و مقادیر پیش از دوره مکمل‌سازی این متغیرها به‌عنوان متغیر کنترل (همپراش) در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از این تحلیل‌ها در جدول ۳ آمده است. براساس اطلاعات این جدول، نتایج در خصوص مقادیر استراحتی آنزیم‌ها نشان داد که پس از کنترل اثر سطوح اولیه برای سوپر اکسید دیسموتاز ($F(1, 19)$=۲۳۴۴۷/۰۲ ،p<۰/۰۰۱ ،η^2= ۰/۹۹۳) و مالون دی آلدئید ($F(1,19)$ =۱۸۱/۲۷۰ ،p<۰/۰۰۱ ،η^2= ۰/۹۰۵)، اثر گروه بر مقادیر زمان استراحت سوپر اکسید دیسموتاز ($F(2,19)$ =۱۷/۷۹ ،p< ۰/۰۰۱ ،η^2= ۰/۴۸۴) و مالون دی آلدئید ($F(2,19)$=۶/۳۷۷ ،p=۰/۰۲۱ ،η^2=۰/۲۵۱) از لحاظ آماری معنی‌دار است، طوری که براساس مقادیر تعدیل‌شده، سطوح استراحتی سوپر اکسید دیسموتاز در گروه مکمل و مالون دی آلدئید در گروه دارونما بالاتر بود.

نتایج در خصوص مقادیر زمان بعد از تمرین پلایومتریک آنزیم‌ها نشان داد که پس از کنترل اثر سطوح اولیه برای سوپر اکسید دیسموتاز ($F(1,19)$ =۲۳۱۳/۵۹ ،p<۰/۰۰۱ ،η^2=۰/۹۹۲) و مالون دی آلدئید ($F(1, 19)$ =۱۲۲/۷۳۵ ،p<۰/۰۰۱ ،η^2=۰/۸۶۶)، اثر گروه بر مقادیر زمان بعد از تمرین پلایومتریک سوپر اکسید دیسموتاز ($F(2,19)$=۳۰۵/۹۹ ،p<۰/۰۰۱ ،η^2=۰/۹۴۲) و مالون دی آلدئید ($F(2,19)$=۱۳۹/۵۳۲ ،p<۰/۰۰۱ ،η^2=۰/۸۸) از لحاظ آماری معنی‌دار است، طوری که براساس مقادیر تعدیل‌شده، سطوح بعد از تمرین سوپر اکسید دیسموتاز در گروه مکمل و مالون دی آلدئید در گروه دارونما بالاتر بود.

Copyright ©The authors

جدول ۳. نتایج تحلیل کوواریانس برای مقایسه متغیرهای وابسته بین گروه‌ها بعد از دوره مکمل‌سازی با کنترل سطوح اولیه

متغیر وابسته (مقطع)	منبع تغییر	F	P	η^2
سوپر اکسید دیسموتاز (استراحت)	گروه	۱۷/۷۹	۰/۰۰۱	۰/۴۸۴
مالون دی آلدئید (استراحت)	گروه	۶/۳۷۷	۰/۰۲۱	۰/۲۵۱
سوپر اکسید دیسموتاز (بعد تمرین)	گروه	۳۰۵/۹۹	۰/۰۰۱	۰/۹۴۲
مالون دی آلدئید (بعد تمرین)	گروه	۱۳۹/۵۳۲	۰/۰۰۱	۰/۸۸۰

سطح معنی‌داری۰.۰۵ > P می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی اثر مصرف مکمل ترکیبی متیل سولفونیل متان و گلوکزآمین بر سطوح سوپر اکسید دیسموتاز و مالون دی آلدئید متعاقب یک جلسه تمرین پلایومتریک در مردان ورزشکار بود. تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق نشان داد، مکمل سازی شش‌هفته‌ای ترکیب گلوکز آمین و متیل سولفونیل متان بر میزان سرمی استراحتی آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز و مالون دی آلدئید در مردان کیک بوکسور آماتور، تأثیر معنی‌داری دارد. این یافته با نتایج مطالعات پارسل (۱۴)، مارانون[1] و همکاران (۲۳)، سیمون[2] و همکاران (۲۴) و نخستین روحی و همکاران (۲۵) همسو می‌باشد. در این زمینه پژوهش ناهم‌سویی یافت نشد. همچنین این تحقیق نشان داد که ۴۸/۸٪ تغییرات مقادیر گروه آزمایش در متغیر آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز و ۲۵/۱٪ تغییرات مقادیر گروه آزمایش در متغیر مالون دی آلدئید (تفاوت گروه‌ها در پس آزمون) ناشی از مکمل سازی شش‌هفته‌ای ترکیب گلوکزآمین و متیل سولفونیل متان می‌باشد. افزایش سطوح آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز و کم بودن سطوح مالون دی آلدئید گروه مکمل نسبت به گروه کنترل به دنبال مکمل سازی شش‌هفته‌ای می‌تواند دلیلی بر افزایش قدرت آنتی‌اکسیدانی بدن و حاکی از اثرات مثبت مکمل سازی شش‌هفته‌ای ترکیبی گلوکزآمین و متیل سولفونیل متان در مقابله با فشار اکسایشی باشد. نخستین روحی و همکاران (۲۵) همسو می‌باشد. ممانعت از تشکیل رادیکال سوپراکسید، ممانعت از ساخته‌شدن اکسید نیتریک می‌تواند توجیه کنندهٔ اثر سریع بر کاهش علائم در مطالعات کوتاه‌مدت این دارو در بیماران استئو آرتریتی باشد (۲۶). 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 (۲۱). سوپر اکسید دیسموتاز آنزیم آنتی‌اکسیدانی می‌باشد که با دیسموتاسیون آنیون سوپر اکسید به پراکسید هیدروژن و مولکول اکسیژن نقش بسیار مهم و عمده‌ای در حذف رادیکال‌های آزاد بر عهده دارد. درنتیجه، افزایش سطوح سوپر اکسید دیسموتاز و اختلاف سطوح مالون دی آلدئید در گروه مکمل 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 فشار اکسایشی از طریق مسیر افزایش سطح آنتی‌اکسیدانی باشد که نشان‌دهنده اثرات بهینه مکمل ترکیبی بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی است. افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی جهت دتوکسیفیه کردن سطوح بالای پراکسید هیدروژن به آب منجر به کاهش بیشتر رادیکال‌های آزاد هیدروکسیل خطرناک می‌شود (۲۷). افزایش فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدانی سوپر اکسید دیسموتاز در این تحقیق احتمالاً ناشی از این موضوع می‌باشد که به کاهش رادیکال‌های آزاد منجر شده است که این موضوع می‌تواند در کاهش میزان پراکسیداسیون لیپیدی دخیل باشد. همچنین این مطالعه نشان داد مکمل سازی شش‌هفته‌ای ترکیب گلوکزآمین و متیل سولفونیل متان بر مقادیر سرمی آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز و مالون دی آلدئید متعاقب یک جلسه تمرین پلایومتریک در مردان ورزشکار تأثیر معنی‌داری دارد. این یافته با نتایج سماواتی و فرهنگی[3] (۲۸)، مارانون و همکاران (۲۳) و نخستین روحی و همکاران (۲۵) همخوانی دارد. نتایج مجذور اتا نشان داد ۹۴/۲٪ تغییرات مقادیر گروه آزمایش در متغیر سرمی آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز و ۸۸٪ تغییرات مقادیر گروه آزمایش در متغیر سرمی مالون دی آلدئید (تفاوت گروه‌ها در پس آزمون) متعاقب یک جلسه تمرین پلایومتریک، ناشی از مکمل سازی شش‌هفته‌ای ترکیب گلوکز آمین و متیل سولفونیل متان می‌باشد. در شرایط طبیعی، مقادیر گونه‌های اکسیژن فعال‌شده و آنتی‌اکسیدان‌ها 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. در هنگام انجام تمرینات شدید استقامتی (هوازی)، تولید گونه‌های اکسیژن فعال‌شده افزایش می‌یابد و تصور بر این است که منبع اصلی این‌گونه مواد، میتوکندری سلول‌های عضلات فعال می‌باشد (۲۹). کالمن و همکاران (۲۰۱۲)، در تحقیقی که تأثیر مصرف متیل سولفونیل متان را بر خستگی و کوفتگی عضلانی در مردان مورد بررسی قرار دادند نیز، نتایج مشابهی با تحقیق حاضر به دست آوردند. این محققین علاوه بر خستگی و کوفتگی عضلانی میزان هموسیستئین و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی 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 آنتی‌اکسیدانی نسبت دادند (۱۸). سازوکار احتمالی پیشنهاد شده در رابطه با اثرات مکمل سازی ترکیبی گلوکزآمین و متیل سولفونیل متان در افزایش ظرفیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی به این صورت است که گلوکزآمین و متیل سولفونیل متان با افزایش آنتی‌اکسیدان‌های درون‌سلولی مانند گلوتاتیون، اسیداوریک، بیلی‌روبین و بیان بیشتر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی درون‌سلولی مانند سوپراکسیددیسموتاز، کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز می‌تواند ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام سرمی را بالا ببرند (۳۰). در این بین، تولید گونه‌های اکسیژن فعال در طی فعالیت‌های ورزشی شدید، سبب بروز استرس اکسایشی شده و با ایجاد اختلال در موازنهٔ اکسیدان‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها، اثرات مخربی را در سلول‌ها به وجود می‌آورد و این در حالی است که آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی سوپر اکسید دیسموتاز، گلوتاتیون پر اکسیداز و کاتالاز به‌عنوان عوامل مداخله‌گر، برای جلوگیری از بروز واکنش‌های زنجیرهای رادیکال‌های آزاد، وارد عمل شده و در تعدیل فشار اکسایشی نقش مؤثری 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 آنتی‌اکسیدانی ترکیبی گلوکزآمین و متیل سولفونیل متان، که با افزایش آنزیم

1 Maranon
2 Simone
3 Samavati & Farhangi

آنتی‌اکسیدانی سوپر اکسید دیسموتاز و کاهش پراکسیداسیون لیپیدی همراه بود، سبب کاهش رادیکال‌های آزاد شدند.

نتیجه‌گیری

مکمل سازی ترکیبی گلوکزآمین و متیل سولفونیل متان در تحقیق حاضر توانست احتمالاً با افزایش محتوی آنزیم آنتی‌اکسیدانی سوپر اکسید دیسموتاز و کاهش پراکسیداسیون لیپیدی (سطوح مالون دی آلدئید) موجب افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ورزشکاران کیک بوکسینگ مرد شود. براساس شواهد پژوهش حاضر، می‌توان پیشنهاد کرد تا مربیان و مشاوران تغذیه ورزشی با مشورت پزشک متخصص جهت ارتقای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ورزشکاران خود از مکمل‌سازی ترکیبی گلوکزآمین و متیل سولفونیل متان استفاده نمایند. همچنین، با استفاده از مکمل‌سازی ترکیبی گلوکزآمین و متیل سولفونیل متان می‌توان از کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام ناشی از انجام فعالیت‌های ورزشی شدید و پیامدهای بعدی آن جلوگیری کرد. برای شناخت بیشتر، توصیه می‌شود تا اثر مکمل‌سازی ترکیبی گلوکزآمین و متیل سولفونیل متان در دوره زمانی طولانی‌تر مورد بررسی قرار گرفته و فاکتورهای بیشتری ازجمله هموسیستئین، گلوتاتیون، TAC و CRP نیز اندازه‌گیری شوند. همچنین، تأثیر مکمل ترکیبی گلوکزآمین و متیل سولفونیل متان بر شاخص‌های فشار اکسایشی متعاقب انواع دیگر تمرینات بدنی ازجمله ورزش‌های هوازی و استقامتی مورد بررسی قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد آقای علی مهربانی فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد گروه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز می‌باشد و هیچ‌گونه حامی مالی نداشته است. بدین‌وسیله از کلیه اساتید و کارکنان آن واحد تشکر و قدردانی می‌گردد.

تضاد منافع

بدین‌وسیله نویسندگان تصریح می‌نمایند که هیچ‌گونه تضاد منافعی در خصوص پژوهش حاضر وجود ندارد.

منابع

1. Prigol M, Luchese C, Nogueira C. Antioxidant effect of diphenyl diselenide on oxidative stress caused by acute physical exercise in skeletal muscle and lungs of mice. . Cell Biochem Funct. 2009;27:216–22.
2. Deaton CM, Marlin DJ. Exercise-associated oxidative stress. Clin Tech Equine Pract. 2003;2(3):278-91.
3. Halliwell B. Reactive species and antioxidants. Redox biology is a fundamental theme of aerobic life. Plant Physiol. 2006;141:312-22.
4. Fisher-Wellman K, Bloomer RJ. Acute exercise and oxidative stress: A 30 year history. Dyn Med. 2009;8:1.
5. Bloomer RJ, Goldfarb AH, Wideman L, McKenzie MJ. Effects of acute aerobic and anaerobic exercise on blood markers of oxidative stress. J Strength Cond Res. 2005;19:276-85.
6. Belviranli M, Gokbel H. Acute exercise induced oxidative stress and antioxidant changes. . Eur J of Gen Med. 2006;3:126-31.
7. Hsieh Y, Guan Y, Tu C, Bratt PJ, Angerhofer A, Lepock JR, et al. Probing the active site of human manganese superoxide dismutase: The role of glutamine 143. . Biochemistry. 1998;37(14):4731-9.
8. Sachdev S, Davies KJ. Production, detection, and adaptive responses to free radicals in exercise. . Free Radic Biol Med. 2008;44(2):215-23.
9. 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;12:845-53.
10. Block G, Jensen CD, Morrow JD, Holland N, Norkus EP, Milne G. The Effect of vitamin C and E on biomarkers of oxidative stress depends on baselin level. . Free Radic Biol Med. 2008;45:377-84.
11. Reid MB. Free radicals and muscle fatigue: Of ROS, canaries, and the IOC. Free Radic Biol Med. 2008;44:169-79.
12. Gaeini AA, Rahnama N, Hamedinia MR. Effects of vitamin E supplementation on oxidative stressat rest and after exercise to exhaustion in athletic students. . J Sports Med Phys Fitness. 2006;46(3):458-61.
13. De Moor MH, Spector TD, Cherkas LF, Falchi M, Hottenga JJ, Boomsma DI, et al. Genome-wide linkage scan for athlete status in 700 British female DZ twin pairs. Twin Res Hum Genet. 2007;10(6):812-20.
14. Parcell S. Sulfur in human nutrition and applications in medicine. . Altern Med Rev. 2002;7(1):22-44.
15. Wen ZH. Glucosamine sulfate reduces experimental osteoarthritis and nociception in rats: association with changes of mitogen-activated protein kinase in chondrocytes. . Osteoarthritis Cartilage. 2010;18:1192-202.
16. Xing R, Song L, Lin W, Shengbao C, Huahua Y, Jinhua F, et al. The preparation and antioxidant activity of glucosamine sulfate. Chin J Oceanol Limnol. 2009;27:283-7.
17. Yuh-Lin W, An-Hsuan L, Chao-Hung C, Wen-Chien H, Hsin-Yi W, Meng-Han L, et al. Glucosamine attenuate cigarette smoke-induced lung inflammation by inhibiting ROS-sensitive inflammatory signaling. Free Radic Biol Med 2014;69:208–18.
18. 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.
19. 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.
20. 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):P8.
21. McAlindon TE, Valley MP, Gulin JP, Felson DT. Glucosamine and chondroitin for treatment of

Copyright ©The authors

22. Kish K. The acute effects of a single session of plyometric exercise on markers of bone turnover in boys and men. Unpublished master's thesis: Brock University; 2014.

23. Maranon G, Muñoz-Escassi B, Manley W, García 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.

24. Simone G., Bloomer RJ, Merwe M, Benjamin R. MSM enhances LPS-induced inflammatory response after exercise. J Int Soc Sports Nutr. 2015;12:P48.

25. Nakhostin-Roohi B, Barmaki S, Khoshkhahesh F. Effect of chronic supplementation with methylsulfonylmethane on oxidative stress following acute exercise in untrained healthy men. J Pharm Pharmacol. 2011;63(10):1290-4.

26. 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.

27. de Oliveira VN, Bessa A, Jorge ML, Oliveira RJ, de Mello MT, De Agostini GG, et al. 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.

28. 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.

29. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Exercise physiology: Energy, nutrition, and human performance. Philadelphia: Lippincott; 2007.

30. 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.

Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University