JAHSSP
Archive of SID

http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/10.22049/jassp.2019.26544.1214

مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش

سال پنجم، شماره دوم؛
بهار و تابستان ۱۳۹۷
صفحات ٤٤-٣٦

مقاله پژوهشی

تاثیر شش هفته تمرین هوازی با مصرف مکمل اسپیرولینا بر شاخص‌های استرس اکسیداتیو در مردان چاق غیرفعال به دنبال یک جلسه فعالیت وامانده ساز

شهرام سلیمانی[۱]، اصغر توفیقی[۲]، سولماز بابایی*[۳]

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۱/۲۸

چکیده

فعالیت‌های ورزشی واماندەساز موجب افزایش تولید رادیکال‌های آزاد فعال و بروز فشار اکسایشی در بدن می‌شوند. استفاده از مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی یکی از کارآمدترین روش‌ها برای کاهش میزان فشار اکسایشی در بدن ورزشکاران می‌باشد. از این رو تحقیق حاضر به‌منظور بررسی اثر ۶ هفته تمرین هوازی با مصرف مکمل اسپیرولینا بر شاخص‌های استرس اکسیداتیو در مردان چاق غیرفعال به دنبال یک جلسه فعالیت وامانده ساز انجام شد. ۳۲ مرد چاق غیرفعال به‌صورت تصادفی در چهار گروه همگن (مکمل ورزشی، مکمل شاهد، دارونما ورزشی، دارونما شاهد) قرار گرفتند. مکمل اسپیرولینا به مدت ۶ هفته و هر هفته در ۵ جلسه تمرینی تجویز شد، نمونه خونی از همه‌ی آزمودنی‌ها در چهار نوبت جهت تعیین شاخص‌های اکسایشی مالون دی آلدهید، سوپراکسید دیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز، کاتالاز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گرفته شد. داده‌های حاصله با استفاده از نرم‌افزار SPSS20 در سطح معنادار $p<۰/۰۵$ بررسی شد. نتایج نشان دادند که تمرین فزاینده‌ی وامانده ساز به‌طور معناداری موجب افزایش میزان مالون‌دی‌آلدهید، سوپراکسیددیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز و کاتالاز آزمودنی‌ها می‌شود و مکمل اسپیرولینا سبب کاهش معنادار این شاخص متعاقب تمرین می‌شود و همچنین ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی را بالا می‌برد، همچنین تفاوت معناداری بین گروه‌های مورد بررسی در رابطه با ۶ هفته تمرین هوازی با مصرف مکمل اسپیرولینا بر شاخص‌های استرس اکسیداتیو در مردان چاق غیرفعال به دنبال یک جلسه فعالیت وامانده ساز دیده شد. یافته‌ها نشان داد مکمل اسپیرولینا در مردان چاق غیرفعال می‌توانند از آسیب اکسایشی ناشی از تمرین فزاینده واماندەساز پیشگیری کند.

واژه‌های کلیدی: استرس اکسیداتیو، اسپیرولینا، مردان چاق

تمامی حقوق این مقاله بازمتن برای دانشگاه شهید مدنی آذربایجان محفوظ است.

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

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۲. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۳. استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران. نویسنده مسئول:
s.babaei@maragheh.ac.ir

نحوه ارجاع: سلیمانی شهرام، توفیقی اصغر، بابایی سولماز. تاثیر ۶ هفته تمرین هوازی با مصرف مکمل اسپیرولینا بر شاخص‌های استرس اکسیداتیو در مردان چاق غیرفعال به دنبال یک جلسه فعالیت وامانده ساز. دو فصلنامه مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش ۱۳۹۷؛ ۵(۲): ۴۴-۳۶.

www.SID.ir

JAHSSP
Archive of SID

http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/10.22049/jassp.2019.26544.1214

Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology
Volume 5, Number 2
Autumn /Winter 2018
36-44

Original Article

Effect of six weeks aerobic training accompanied by dietary supplementation of spirulina on Oxidative stress index in obese inactive men followed by one session exhaustive exercise

Shahram Solimani[*1], Asghar Tofighi[2], Solmaz Babaei[3]

Received 31 December 2018; Accepted 17 April 2019

Abstract

Exhaustive exercise increases the production of active free radicals and outbreak of oxidative stress in the body. Using antioxidant supplementation is one of the most efficient methods for reducing oxidative stress in the Athlete's body. Therefore, aim of this study was to determine the effect of 6 weeks aerobic training accompanied by dietary supplementation of spirulina on Oxidative stress index in obese inactive men followed by one session exhaustive exercise. 32 inactive obese men They were randomly divided into four groups: homogeneous (supplemented exercise, supplemented control, placebo, placebo control), complemented by spirulina for 6 weeks and 5 training sessions per week A blood sample from all subjects was administered four times to determine the MDA, SOD, GPX, CAT and total antioxidant capacity was taken. Data were analyzed using SPSS 20 software at a significant level of $p < 0.05$. The results showed that exhausting exercise significantly increased the level of MDA, SOD, GPX and CAT in subjects and supplementation of spirulina significantly decreased this exercise index, It also increases the total antioxidant capacity, as well as differences There was a significant difference between the groups in relation to 6 weeks of aerobic exercise with the use of spirulina supplementation on oxidative stress indices in inactive obese men after an exhaustive activity session. The findings showed that the supplement of spirulina in inactive obese men can prevent oxidative damage caused by an exhausting exercise.

Keywords: Oxidative Stress, Obese Men, Spirulina.

All rights are reserved for Azarbaijan Shahid Madani University.

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

1. MSc in Sport Physiology, Department of Sport Physiology, Faculty of Sport Sciences, Urmia University, Urmia, Iran

2. Associate Professor of Sport Physiology, Department of Sport Physiology, Faculty of Sport Sciences, Urmia University, Urmia, Iran

3. Assistant Professor of Sport Physiology, Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, University of Maragheh, Maragheh , iran.

Corresponding Author:
(s.babaei@maragheh.ac.ir)

Cite as: Solimani Shahram, Tofighi Asghar, Babaei Solmaz. Effect of 6 weeks aerobic training accompanied by dietary supplementation of spirulina on Oxidative stress index in obese inactive men followed by one session exhaustive exercise. *Biannual Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2018; 5(2): 36-44.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

افزایش شکل‌گیری رادیکال‌های آزاد در اثر فعالیت‌های ورزشی و خاصیت اکسیدکنندگی این مولکول‌ها، موضوعی است که به نظر می‌رسد با دانسته‌های عمومی افراد در مورد اثرات مثبت فعالیت‌های بدنی در تعارض باشد (۱)، به عبارتی فعالیت‌های بدنی باعث تولید رادیکال‌های آزاد در بدن می‌شوند (۲)؛ بنابراین عدم تعادل بین تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن و ظرفیت دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن که استرس اکسیداتیو نام دارد به دنبال ورزش ایجاد می‌شود (۵-۳). طی فرایند «لیپید پراکسیداسیون»[1] رادیکال‌های آزاد به اجزای سلولی به‌خصوص اسیدهای چرب غیراشباع در غشای سلولی حمله می‌کنند و باعث تولید رادیکال‌های آزاد بیشتری می‌شوند به‌این‌ترتیب که اسیدهای چرب شکسته و گازهای هیدروکربنی «اتان و پنتان» و آلدهیدها تشکیل می‌شوند و باعث آسیب عضلانی و التهاب می‌گردند(۵). در بیشتر تحقیقات آلدهیدها به‌خصوص مالون دی الدهید[2] (MDA)، سوپراکسیددیسموتاز[3] (SOD)، گلوتاتیون پراکسیداز[4] (GPX)، کاتالاز[5] (CAT) و ظرفیت آنتی اکسیدانی تام[6] (TAC) به‌عنوان شاخصی جهت ارزیابی استرس اکسیداتیو[7] مورد استفاده قرار می‌گیرد. جهت مقابله با استرس اکسیداتیو تولید شده، سلول به‌خوبی به سیستم دفاع آنتی‌اکسیدان آنزیمی شامل سوپراکسیددیسموتاز و گلوتاتیون پراکسیداز و کاتالاز سلولی که اولین سد دفاعی سلول در برابر انواع رادیکال‌های اکسیژن فعال شده می‌باشند، تجهیز شده است. که به دنبال افزایش استرس اکسیداتیو، سیستم دفاع آنتی اکسیدانی تحریک و فعال می‌شود، گزارش‌هایی مبنی بر افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی تام[8] در دونده‌های دوی ماراتون وجود دارد ولی این افزایش در مقابل آسیب عضلانی و لیپید پراکسیداسیون تحریک شده در اثر ورزش ناکافی می‌باشد (۶). روندهای اکسیداتیو استرس اکثراً در زمینه‌ی عدم تعادل در غلظت عناصر کمیاب که در ساختمان آن‌ها به کار رفته‌اند، رخ می‌دهد (۷). به‌طورکلی آسیب‌های اکسیداتیو اغلب با کاهش عملکرد آنزیم‌های آنتی اکسیدانی در ارتباط هستند و کاهش یا افزایش عناصر کمیاب می‌تواند بر فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی مؤثر باشد (۸). اکسیدان‌ها یا رادیکال‌های آزاد، گونه‌هایی با نیمه‌عمر خیلی کوتاه و با واکنشگری خیلی قوی هستند. به‌طور معمول، گونه‌های فعال اکسیژن، تمایل به جابجا شدن در بدن دارند تا با الکترون مولکول‌های دیگر بدن واکنش دهند و بر روی قسمت‌های متفاوت سلول ازجمله : اسیدهای نوکلئیک، پروتئین‌ها، لیپیدها و DNA اثر گذاشته و آن‌ها را اکسید نموده و سرمنشأ بیماری‌هایی مانند: سرطان، پیری، سندروم درد تنفسی بزرگ‌سالان و سایر می‌باشند (۹). با افزایش جریان اکسیژن در میتوکندری در هنگام ورزش انتظار می‌رود تولید ROS در عضلات قلبی و اسکلتی به‌ویژه در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق افزایش یابد (۱۰). پراکسیداسیون لیپید دژنراسیون اکسیداتیو چربی‌ها است، در این روند رادیکال‌های آزاد، الکترون‌ها را از چربی‌ها (مانند لیپیدهای غشای سلول) جدا می‌کنند و چربی را به‌صورت رادیکال در می‌آورند. این پروسه شامل یک مکانیسم واکنش زنجیروار از رادیکال‌های آزاد است و اغلب اسیدهای چرب غیر اشباع را تحت تأثیر قرار می‌دهد، از عواقب جدی استرس اکسیداتیو در سطح سلولی و مولکولی تخریب DNA ، ایجاد جهش و مرگ سلول از طریق آپپتوز و نکروز است. اهمیت زیاد آنتی‌اکسیدان‌ها در علوم مختلف بیولوژی، پزشکی، تغذیه و کشاورزی نیاز به وجود یک روش ساده، آسان و معتبر برای اندازه‌گیری ظرفیت آنتی اکسیدانی تام را ایجاد کرده است (۱۱).

تحقیقات نشان داده‌اند که افراد چاق، از سطح بالاتری از رادیکال‌های آزاد اکسیژن برخوردار هستند. آمار روزافزون افراد دارای اضافه‌وزن یا چاق، محققان را بیش از پیش برای کشف علت بروز این بیماری همه‌گیر و یافتن راه چاره آن به تلاش وا می‌دارد (۱۲). براون و همکاران (۲۰۰۹) در این راستا تحقیقی در رابطه با فشار اکسایشی در افراد چاق و اضافه‌وزن انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که فشارهای اکسایشی ناشی از چاقی و اضافه‌وزن در سندرم متابولیکی مرتبط با چاقی مانند آترواسکلروز، افزایش قند خون، چربی خون و فشارخون، سرطان، بیماری‌های قلبی -عروقی رابطه مستقیم دارد. هم راستا با این تحقیق، مطالعات تحقیقی دیگر نیز نشان داده‌اند که چاقی، با افزایش فشار اکسایشی همراه است. در افراد چاق، تولید رادیکال آزاد افزایش می‌یابد و سیستم دفاع آنتی اکسیدانی کاهش می‌یابد. همچنین مشخص شده است که تجمع چربی و BMI همبستگی بالایی با شاخص‌های استرسی اکسایشی دارند. بااین‌حال، عوارض ناشی از چاقی و اضافه‌وزن، متعاقب شرکت در فعالیت‌های ورزشی و به‌کارگیری مداخله‌های تغذیه‌ای کاهش می‌یابد که شدت تمرین و نوع تغذیه، در فرایند تولید رادیکال آزاد نقش دارد (۱۳).

یکی از این مکمل‌های گیاهی که دارای خواص ضداکسایشی است و امروزه از آن برای مقاصد درمانی استفاده می‌شود، مکمل اسپیرولینا است. اسپیرولینا جلبک سبز آبی تک‌سلولی می‌باشد که از ابتدایی‌ترین اشکال حیات بر روی کره زمین به شمار می‌رود (۱۴). اسپیرولینا به سبب دارا بودن طیف متنوعی از مواد مغذی و ویژگی‌های کمک درمانی اثبات شده، می‌تواند نقش بالقوه‌ای در رژیم غذایی افراد مختلف داشته باشد. اسپیرولینا که به‌عنوان یک منبع پروتئینی کامل حاوی اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری شناخته شده است و از بهترین و کامل‌ترین منبع پروتئینی گیاهی محسوب می‌گردد (۱۵). درعین‌حال، استفاده از طب گیاهی به‌عنوان یک روش درمانی، در افزایش شرایط ضداکسایشی و یا پاک‌سازی رادیکال‌های آزاد، توجه فراوانی را به خود معطوف ساخته است. بااین‌حال، یکی از راه‌کارهای مناسب برای محافظت در برابر اثرات نامطلوب فشار اکسایشی ناشی از فعالیت‌های ورزشی شدید می‌تواند به‌کارگیری عوامل تغذیه‌ای و استفاده از مکمل‌های آنتی اکسیدانی باشد (۱۵،۱۱). به‌طوری‌که در سال‌های اخیر توجه فزاینده مبنی بر اثربخشی مصرف مکمل‌های گیاهی و طبیعی در مقابله با آسیب‌های ناشی از تولید رادیکال‌های آزاد صورت گرفته است (۱۵).

امروزه شیوع جهانی چاقی به‌عنوان یک چالش بزرگ، در حوزه‌های مختلف اجتماعی و درمانی به شمار می‌رود و تحقیقات متعدد نشان داده‌اند که چاقی عمده‌ترین عامل خطرساز بسیاری از بیماری‌های شایع جهان ازجمله دیابت، بیماری‌های قلبی – عروقی، فشارخون بالا، اختلالات متابولیکی و انواع مختلف سرطان‌ها است (۱۶). همچنین، شواهد موجود بیانگر این است که چاقی با افزایش استرس اکسایشی و یا کاهش توانایی آنتی اکسیدانی بدن همراه است (۱۷). به‌طوری‌که مشخص شده است که چاقی میزان استرس اکسیداتیو میوکاردیال (۱۸) و پراکسیداسیون لیپیدی را بالا می‌برد (۱۹). به‌علاوه افزایش استرس اکسایشی عامل مهمی در سندرم متابولیک مرتبط با چاقی بوده و ممکن است نقش اساسی در پاتوفیزیولوژی بیماری‌های مختلف از قبیل دیابت نوع ۲ داشته باشد (۲۰). از طرفی نتایج برخی از مطالعات صورت گرفته حاکی آن است که شرکت در فعالیت‌های ورزشی منظم می‌تواند روش مناسبی برای پیشگیری از عواقب و بیماری‌های ناشی از چاقی باشد (۲۱). بااین‌حال،

1. lipid peroxidation
2. Malon dialdehyde
3. superoxide dismutase
4. Glutathione peroxide
5. Catalase
6. Total antioxidant capacity
7. Oxidative stress
8. Total antioxidant capacity

www.SID.ir

Archive of SID

علی‌رغم این واقعیت که انجام فعالیت‌های ورزشی منظم با سازگاری‌های فیزیولوژیکی متعددی همراه بود و مزیت‌های فراوانی برای سلامتی افراد از قبیل جلوگیری از بیماری‌های قلبی – عروقی دیابت، چاقی و انواع مختلف سرطان‌ها به همراه دارد (۲۲)، اما بعضی از گزارش‌ها بیانگر این است که یک جلسه فعالیت ورزشی شدید می‌تواند باعث تولید رادیکال‌های آزاد، بروز صدمات سلول و متعاقب آن آسیب‌های ناشی از استرس اکسایشی شود، چرا که استرس اکسایشی و تولید رادیکال‌های آزاد می‌تواند تحت اثر هر عاملی که افزایش مصرف اکسیژن را به دنبال داشته باشد بیشتر شود. هنگام فعالیت‌های شدید ورزشی، میزان مصرف اکسیژن تا نهایت مرزهای زیستی موجود افزایش می‌یابد و این یکی از عواملی است که می‌تواند تولید رادیکال‌های آزاد را افزایش دهد (۲۳). ام.سی.برید و همکاران (۱۹۹۸) نشان دادند یک جلسه فعالیت باعث افزایش معنادار غلظت مالون دی آلدئید پلاسما به‌عنوان شاخص استرس اکسایشی در مردان تمرین کرده می‌شود (۲۴). همچنین گزارش داده شده است که ورزش‌های مقاومتی به‌ویژه انقباضات برونگرا باعث آسیب بافت عضلانی و متعاقب آن شروع فرایندهای التهابی و سرانجام تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن و پراکسیداسیون لیپیدی می‌شود (۱۱). بعلاوه از آنجایی که یکی از منابع اصلی تولید رادیکال‌های آزاد و شاخص‌های استرس اکسایشی توده چربی بدن است و افراد چاق دارای توده چربی بیشتری نسبت به افراد با وزن طبیعی می‌باشند لذا این احتمال وجود دارد که در طی فعالیت‌های ورزشی میزان تولید گونه‌های فعال اکسیژن و رادیکال‌های آزاد در افراد چاق بیشتر از افراد دیگر باشد. در همین راستا گزارش داده شده است که به دنبال فعالیت بدنی، استرس اکسیداتیو در مردان و زنان چاق در مقایسه با افراد با وزن طبیعی بیشتر افزایش می‌یابد چرا که چربی پلاسمایی افراد چاق در مقایسه با افراد با وزن طبیعی با سرعت و مقداری بیشتر اکسید می‌شود (۱۸)؛ بنابراین، اضافه‌وزن و چاقی از عوامل خطرزای اصلی بیماری‌های قلبی – عروقی و مرگ‌ومیر به شمار می‌رود و شواهد موجود بیانگر این است که چاقی با افزایش استرس اکسایشی و یا کاهش توانایی آنتی اکسیدانی بدن همراه است. بعلاوه، علی‌رغم اثرات سودمند تمرینات ورزشی منظم گزارش داده شده است که یک جلسه فعالیت ورزشی باعث افزایش استرس اکسایشی می‌شود. بااین‌حال مصرف مکمل‌های غذایی ممکن است باعث تعدیل این شاخص‌ها در ورزش شود. لذا با توجه به اینکه انجام فعالیت‌های ورزشی شدید ممکن است باعث ایجاد و تشدید شرایط استرس اکسایشی در افراد چاق شود و از طرفی نظر به مطالعات محدود و متناقض در زمینه مکمل‌سازی اسپیرولینا بر فشار اکسایشی به‌ویژه بعد از انجام فعالیت‌های ورزشی، مطالعه حاضر قصد دارد تا تأثیر ۶ هفته تمرین هوازی به همراه مصرف مکمل یاری اسپیرولینا را بر غلظت مالون دی آلدئید (MDA)، سوپر اکسید دیسموتاز (SOD)، گلوتاتیون پراکسیداز (GPX)، کاتالاز (CAT) و ظرفیت آنتی اکسیدانی تام (TAC) به‌عنوان شاخص‌های استرس اکسیداتیو در مردان چاق غیرفعال را مورد بررسی قرار دهد.

روش بررسی

تحقیق حاضر، در قالب طرح میدانی نیمه تجربی دوگروهی (تجربی و کنترل) اجرا شد؛ جامعه آماری پژوهش حاضر را کلیه دانشجویان پسر غیر تربیت‌بدنی ساکن خوابگاه‌های دانشجویی دانشگاه ارومیه تشکیل می‌دهند؛ که حداقل ۲ سال سابقه ورزشی منظم نداشتند و با میانگین سنی ۲۴ بود. از بین نمونه‌های در دسترس، تعداد ۳۲ نفر از افراد چاق با BMI بالای ۳۰ که بیماری‌های مرتبط با چاقی و استفاده از دارو نداشتند، پس از حضور در یک جلسه‌ی هماهنگی و تشریح کامل طرح، با در نظر گرفتن معیارهای سن، وزن، قد، درصد چربی، شاخص توده‌ی بدن (BMI) و اندازه‌گیری اکسیژن مصرفی بیشینه، انتخاب شدند. پس از اخذ فرم و تکمیل رضایت‌نامه و پرسشنامه سلامت، به‌طور تصادفی به چهار گروه، شامل: گروه تجربی یک: تمرین و مکمل اسپیرولینا (۸ نفر)، گروه تجربی دو: تمرین و شبه‌دارو (۸ نفر)، گروه تجربی سه: مکمل اسپیرولینا (۸ نفر)، گروه کنترل: شبه‌دارو (۸ نفر) تقسیم شدند. مکمل اسپیرولینا به مدت ۶ هفته و هر هفته در ۵ جلسه تمرینی (روزانه ۱ گرم) تجویز شد. در ابتدای مطالعه (روز صفر) و همچنین در انتهای مطالعه از تمام افراد شرکت‌کننده در این مطالعه نمونه‌های خون (با ماده ضد انعقاد هپارین) و نیز نمونه‌های سرم جداسازی شد. نمونه‌های خون تام برای انجام CBC و نیز اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم‌های GPX، SOD در اریتروسیت‌ها و نمونه‌های سرم جهت اندازه‌گیری CAT، MDA و TAC مورد استفاده قرار گرفت. در هر مرحله از خون‌گیری (دو مرحله در طول تحقیق) حدود ۵ میلی‌لیتر خون از ورید بازویی آزمودنی‌ها گرفته و به لوله‌های آزمایش منتقل شد. سپس نمونه‌ها بلافاصله توسط دستگاه و به مدت ۱۰ دقیقه و ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ و سرم نمونه‌ها جدا و در میکروتیوپ‌ها جمع‌آوری شدند و جهت بررسی و آزمایش در دمای ۲۰– درجه فریز و نگهداری شدند. برنامه تمرینی شامل شش هفته تمرینات هوازی (ایروبیک) به‌صورت پنج جلسه در هفته و با شدت ۵۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب به‌صورت فزاینده برگزار گردید که شامل سه بخش گرم کردن (۱۰ دقیقه)، اجرای حرکات ایروبیک در حالت ایستاده – بخش اصلی تمرین (به‌صورت فزاینده، ۲۰ تا ۳۰ دقیقه)، حرکات به‌صورت نشسته و خوابیده (۵–۱۰ دقیقه) و در پایان برگشت به حالت اولیه (۵–۱۰ دقیقه) بود. برای سنجش عملکرد هوازی از تست نوارگردان بروس استفاده شد. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS استفاده شد. از آزمون ناپارامتریک شاپیرووویک برای نرمال بودن داده‌ها و از آزمون تحلیل آنوا با اندازه‌گیری مکرر جهت آزمون فرضیه‌ها استفاده گردید. همچنین میزان اثربخشی هر یک از متغیرهای مستقل با استفاده از مقدار اتا (Eta) مشخص شد. سطح معناداری در سطح آلفای ۰,۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

جدول ۱ آمار توصیفی متغیرهای پژوهش در زمان‌ها مختلف خون‌گیری را نشان می‌دهد.

جدول ۱: آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

www.SID.ir

Archive of SID

متغیر	گروه	تعداد	T1	T2	T3	T4
TAC Mmol/L	مکمل ورزش	۸	۰/۱±۱۱/۸۱	۰/۲±۲۷/۲۴	۰/۱±۱۴/۵۸	۰/۲±۱۵/۱۵
	دارونما ورزش	۸	۰/۱±۱۶/۷۴	۰/۱±۱۲/۷۸	۰/۱±۱۵/۷۵	۰/۱±۰۸/۷۶
	مکمل شاهد	۸	۰/۱±۱۶/۷۳	۰/۲±۳۹/۱۱	۰/۱±۲۸/۷۶	۰/۲±۱۲/۲۴
	دارونما شاهد	۸	۰/۱±۱۲/۶۱	۰/۱±۱۷/۷۳	۰/۱±۱۱/۶۸	۰/۱±۱۶/۶۸
MDA Mmol/mg.p	مکمل ورزش	۸	۰/۲±۱۷/۳۳	۰/۱±۱۵/۵۶	۰/۲±۲۸/۷۷	۰/۱±۲۴/۴۲
	دارونما ورزش	۸	۰/۱±۱۶/۵۷	۰/۱±۱۸/۷۱	۰/۱±۲۱/۵۸	۰/۱±۱۷/۶۲
	مکمل شاهد	۸	۰/۲±۱۶/۲۵	۰/۱±۲۰/۵۰	۰/۲±۱۳/۲۳	۰/۱±۱۵/۴۶
	دارونما شاهد	۸	۰/۱±۰۸/۴۷	۰/۱±۱۳/۷۵	۰/۱±۲۶/۵۶	۰/۱±۲۸/۷۲
SOD u/g.hb	مکمل ورزش	۸	۹۰/۱۳۵۸±۰۶/۷۳	۴۴/۵۵۵±۹۴/۳۶	۱۱۸/۱۳۲۸±۳۲/۹۰	۲۷/۳۹۰±۸۸/۰۸
	دارونما ورزش	۸	۱۳۱/۷۱۶±۰۴/۹۲	۱۶۳/۷۵۱±۰۵/۲۹	۱۳۴/۷۳۶±۹۷/۸۸	۳۴۱/۹۷۱±۴۰/۷۲
	مکمل شاهد	۸	۸۲/۱۳۸۱±۴۴/۷۷	۴۵/۵۶۴±۹۷/۸۸	۱۱۳/۱۳۷۶±۶۹/۶۵	۸۱/۴۳۶±۸۰/۸۳
	دارونما شاهد	۸	۲۰۴/۶۰۸±۰۳/۳۹	۱۸۰/۷۸۴±۰۹/۴۱	۱۶۹/۷۷۰±۰۱/۹۰	۲۰۳/۸۲۱±۳۲/۲۳
GPX u/g.hb	مکمل ورزش	۸	۱/۲۹±۵۳/۶۱	۶/۴۲±۹۹/۵۲	۰/۳۰±۵۷/۰۸	۰/۴۶±۵۶/۷۰
	دارونما ورزش	۸	۰/۲۸±۷۴/۲۲	۰/۲۸±۸۸/۱۷	۲/۳۸±۳۴/۹۵	۱/۴۰±۶۷/۲۶
	مکمل شاهد	۸	۰/۲۹±۸۲/۱۶	۰/۴۵±۸۱/۴۰	۰/۲۹±۳۹/۷۲	۰/۴۶±۸۹/۴۲
	دارونما شاهد	۸	۲/۳۱±۴۶/۳۱	۳/۳۲±۲۶/۲۵	۳/۳۹±۸۹/۰۱	۲/۳۹±۴۴/۰۸
CAT u/g.hb	مکمل ورزش	۸	۲/۱۶±۱۹/۸۵	۲/۴۳±۳۹/۶۱	۱/۲۶±۶۵/۹۸	۶/۵۹±۱۱/۲۸
	دارونما ورزش	۸	۵/۲۰±۴۲/۴۸	۴/۲۱±۸۶/۲۴	۵/۳۲±۶۹/۹۶	۵/۳۳±۵۸/۵۰
	مکمل شاهد	۸	۳/۱۹±۳۴/۱۰	۵/۴۰±۴۲/۰۴	۱/۲۶±۵۰/۴۱	۲/۶۲±۱۸/۶۹
	دارونما شاهد	۸	۶/۲۷±۰۵/۲۳	۵/۲۷±۲۵/۷۶	۲/۲۸±۸۲/۹۱	۳/۲۹±۵۴/۷۳

T1= خون‌گیری قبل از شروع پروتکل تمرین هوازی (حالت ناشتا)

T2= خون‌گیری پس از پایان پروتکل تمرین هوازی (حالت ناشتا)

T3= خون‌گیری قبل از شروع پروتکل تمرین هوازی و متعاقب یک جلسه تست بروس وامانده‌ساز

T4= خون‌گیری پس از پایان پروتکل تمرین هوازی و متعاقب یک جلسه تست بروس وامانده‌ساز

نتایج پژوهش با استفاده از تحلیل واریانس اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی توکی تحلیل شدند، ابتدا از آزمون آماری ماخلی برای آزمودن فرض کرویّت استفاده شد.

جدول ۲: آزمون اثر بین گروهی در چهار زمان

منبع		جمع مجذورات	df	میانگین‌مجذورات	F	sig	Eta
TAC Mmol/L	زمان	۴۳۲/۶۲۱	۱	۴۳۲/۶۲۱	۷۵۱۱/۸۶۰	۰/۰۰۱	۰/۹۹۶
	گروه	۱/۹۰۴	۳	۰/۶۳۵	۱۱/۰۲۰	۰/۰۰۱	۰/۵۴۱
MDA Mmol/mg.p	زمان	۴۰۷/۹۰۸	۱	۴۰۷/۹۰۸	۶۱۴۹/۸۵۳	۰/۰۰۱	۰/۹۹۵
	گروه	۳/۶۴۲	۳	۱/۲۱۴	۱۸/۳۰۳	۰/۰۰۱	۰/۶۶۲
SOD u/g.hb	زمان	۹۱۸۶۸۸۲۶/۱۲	۱	۹۱۸۶۸۸۲۶/۱۲	۲۹۹۳/۲۱۰	۰/۰۰۱	۰/۹۹۱
	گروه	۸۱۱۲۱۷/۰۸۴	۳	۲۷۰۴۰۵/۶۹۵	۸/۸۱۰	۰/۰۰۱	۰/۴۸۶
GPX u/g.hb	زمان	۱۶۶۴۲۴/۸۳۴	۱	۱۶۶۴۲۴/۸۳۴	۲۶۱۳۳/۳۴۶	۰/۰۰۱	۰/۹۹۹
	گروه	۲۸۹/۹۴۶	۳	۹۶/۶۴۹	۱۵/۱۷۷	۰/۰۰۱	۰/۶۱۹
CAT u/g.hb	زمان	۱۳۳۵۶۳/۴۰۸	۱	۱۳۳۵۶۳/۴۰۸	۳۹۶۰/۰۴۵	۰/۰۰۱	۰/۹۹۳
	گروه	۲۷۰۸/۰۵۹	۳	۹۰۲/۶۸۶	۲۶/۷۶۴	۰/۰۰۱	۰/۷۴۱

جدول ۲ مهم‌ترین نتایج پژوهش را در بر دارد. همان‌طور که مشاهده می‌شود تمام اثرات بین گروهی معنادار شده است به این معنی که میزان تمام شاخص‌ها در گروها در چهار زمان خون‌گیری ساده (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) تست بروس (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) باهم اختلاف معنادار دارد، بنابراین برای بررسی دقیق هر یک اثرات شاخص‌ها در گروه‌ها از روش تعقیبی توکی استفاده شد (جدول ۳).

جدول ۳: آزمون توکی

www.SID.ir

Archive of SID

گروه(I)	گروه(J)	اختلاف میانگین‌ها	انحراف استاندارد	sig
TAC				
مکمل ورزش	دارونما ورزش	۰/۱۹۰۰*	۰/۶۰	۰/۰۱۸
	مکمل شاهد	-۰/۰۱۵۳	۰/۶۰	۰/۹۹۸
	دارونما شاهد	۰/۲۶۹۱*	۰/۶۰	۰/۰۰۱
دارونما ورزش	مکمل شاهد	-۰/۲۰۵۳*	۰/۶۰	۰/۰۱۰
	دارونما شاهد	۰/۰۷۹۱	۰/۶۰	۰/۵۶۰
مکمل شاهد	دارونما شاهد	۰/۲۸۴۴*	۰/۶۰	۰/۰۰۱
MDA				
مکمل ورزش	دارونما ورزش	۰/۴۰*	۰/۰۶۴	۰/۰۰۱
	مکمل شاهد	۰/۱۶۲۵	۰/۰۶۴	۰/۰۷۸
	دارونما شاهد	۰/۳۹۶۹*	۰/۰۶۴	۰/۰۰۱
دارونما ورزش	مکمل شاهد	-۰/۲۳۷۵*	۰/۰۶۴	۰/۰۰۵
	دارونما شاهد	-۰/۰۰۳۱	۰/۰۶۴	۱
مکمل شاهد	دارونما شاهد	۰/۲۳۴۴*	۰/۰۶۴	۰/۰۰۶
SOD				
مکمل ورزش	دارونما ورزش	۱۱۴/۰۶۶۲	۴۳/۷۹۸۱۲	۰/۰۶۶
	مکمل شاهد	-۳۱/۷۶۱۶	۴۳/۷۹۸۱۲	۰/۸۸۶
	دارونما شاهد	۱۶۲/۰۳۸۸*	۴۳,۷۹۸۱۲	۰/۰۰۵
دارونما ورزش	مکمل شاهد	-۱۴۵/۸۲۷۸*	۴۳/۷۹۸۱۲	۰/۰۱۲
	دارونما شاهد	۴۷/۹۷۲۵	۴۳/۷۹۸۱۲	۰/۶۹۵
مکمل شاهد	دارونما شاهد	۱۹۳/۸۰۰۳*	۴۳/۷۹۸۱۲	۰/۰۰۱
GPX				
مکمل ورزش	دارونما ورزش	۳/۳۳۰۰*	۰/۰۶۳۰۸۹	۰/۰۰۱
	مکمل شاهد	-۰/۴۴۳۴	۰/۰۶۳۰۸۹	۰/۸۹۵
	دارونما شاهد	۲/۸۲۰۶*	۰/۰۶۳۰۸۹	۰/۰۰۱
دارونما ورزش	مکمل شاهد	-۳/۷۷۳۴*	۰/۰۶۳۰۸۹	۰/۰۰۱
	دارونما شاهد	-۱/۵۰۹۴	۰/۰۶۳۰۸۹	۰/۱۰۲
مکمل شاهد	دارونما شاهد	۲/۲۶۴۱*	۰/۰۶۳۰۸۹	۰/۰۰۱
CAT				
مکمل ورزش	دارونما ورزش	۹/۶۳۶۴*	۱/۴۵۱۸۹	۰/۰۰۱
	مکمل شاهد	-۰/۳۷۹۲	۱/۴۵۱۸۹	۰/۹۹۴
	دارونما شاهد	۸/۲۷۳۹*	۱/۴۵۱۸۹	۰/۰۰۱
دارونما ورزش	مکمل شاهد	-۱۰/۰۱۵۶*	۱/۴۵۱۸۹	۰/۰۰۱
	دارونما شاهد	-۱/۳۶۲۵	۱/۴۵۱۸۹	۰/۷۸۵
مکمل شاهد	دارونما شاهد	۸/۶۵۳۱*	۱/۴۵۱۸۹	۰/۰۰۱

آزمون توکی نشان دهنده‌ی هر کدام از شاخص‌ها (TAC، MDA، SOD، GPX و CAT) در تمام گروه‌ها (مکمل ورزش، دارونما ورزش، مکمل شاهد، دارونما شاهد) به تفکیک می‌باشد. به‌طورکلی آزمون توکی نشان می‌دهد که اختلاف معنادار در سطح ۰,۰۰۱ در فاکتور TAC، MDA، SOD، GPX و CAT بین گروه‌های ممکل ورزشی و دارونما شاهد و همچنین اختلاف معنادار در سطح ۰,۰۵ بین گروه‌های مکمل ورزشی و دارونما ورزشی وجود دارد، همچنین اختلاف معنادار در سطح ۰,۰۰۱ بین گروه‌های مکمل شاهد و دارونما شاهد وجود دارد که این اختلاف با گروه دارونما ورزش در سطح ۰,۰۵ می‌باشد. همچنین هیچ اختلاف معناداری بین گروه‌های مکمل ورزش با مکمل شاهد و دارونما ورزش با دارونما شاهد وجود ندارد؛ بنابراین، ما شواهدی را به‌دست آوردیم تا بگوییم بین تغییرات شاخص‌های مورد مطالعه (TAC، MDA، SOD، GPX و CAT) در گروه‌های مختلف پژوهش (مکمل ورزش، دارونما ورزش، مکمل شاهد، دارونما شاهد) تفاوت وجود دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج در این پژوهش حاکی از آن است که تمام اثرات بین گروهی در بررسی اثر ۶ هفته تمرین هوازی با مصرف مکمل اسپیرولینا بر شاخص‌های استرس اکسیداتیو در مردان چاق غیرفعال به دنبال یک جلسه فعالیت وامانده ساز معنادار شده است به این معنی که میزان تمام شاخص‌ها در گروها در چهار زمان خون‌گیری ساده (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) تست بروس (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) در هر کدام از شاخص‌ها (TAC، MDA، SOD، GPX و CAT) در تمام گروه‌ها (مکمل ورزش، دارونما ورزش، مکمل شاهد، دارونما شاهد) باهم اختلاف معنادار وجود دارد. اینکه بین گروه‌هایی که فقط تمرین کرده یا فقط مکمل دریافت کرده و یا هر دو نیز شاخص‌های استرس اکسیداتیو مورد بررسی قرار گرفته است.

www.SID.ir

Archive of SID

فعالیت بدنی و ورزش به علت افزایش روند اکسیداسیون سلولی موجب تولید رادیکال‌های آزاد و افزایش ROS (گونه‌های فعال اکسیژن) می‌شود که این پدیده در درازمدت تخریب بافتی را به همراه دارد. عدم تعادل بین تولید رادیکال‌های آزاد و سیستم دفاع آنتی اکسیدانی باعث ایجاد استرس اکسیداتیو می‌شود. به همین دلیل ورزشکاران و افراد فعال نیازمند مصرف مکمل‌های گیاهی می‌باشند. هرچند یافته‌های تحقیقی در رابطه با اثر تمرین هوازی به همراه مصرف مکمل یاری اسپیرولینا بر شاخص‌های استرس اکسیداتیو محدود است، اما به‌طورکلی می‌توان گفت، این نتایج با یافته‌های ساندهو[1] (۲۰۱۰)، میلاسیوس[2] (۲۰۰۹)، ورمزیار (۲۰۱۳)، دهقان (۲۰۱۳)، رحیمی (۲۰۱۴) همسو است (۲۸–۲۵،۱۴). در این پژوهش همچنین به تحلیل و بررسی تأثیر مکمل آنتی اکسیدانی اسپیرولینا بر شاخص‌های استرس اکسیداتیو متعاقب تمرین وامانده‌ساز پرداخته شده، نتایج این پژوهش نشان داد که در قیاس بین دو گروه مکمل و دارونما اثرات زمان‌ها در شاخص‌های TAC، MDA، SOD، CAT، GPX معنادار شده است به این معنی که میزان تمام شاخص‌ها در چهار زمان خون‌گیری باهم تفاوت معنادار دارد، همچنین این اختلاف در گروه مکمل با گروه شاهد در تمام شاخص‌ها TAC، MDA، SOD، CAT، GPX باهم تفاوت معناداری دارد. هرچند یافته‌های تحقیقی در رابطه با مکمل یاری اسپیرولینا بر شاخص‌های استرس اکسیداتیو محدود است، اما این نتایج با یافته‌های دهخدا و همکاران (۲۰۰۷)، مرادی (۲۰۱۲)، ترپیاتی و همکاران[3] (۲۰۱۳)، لین[4] (۲۰۰۶)، مارزاتیکو[5] (۱۹۹۷)، مائو[6] (۲۰۰۰)، میراندا[7] (۱۹۹۸)، توموهیرو[8] (۲۰۰۲)، آهما[9] (۲۰۰۲) و هنریکسن[10] (۱۹۹۸) همسو است (۲،۲۹،۳۰،۳۷–۳۱). با افزایش شاخص‌های استرس اکسیداتیو متعاقب فعالیت وامانده‌ساز، نقش مکمل‌های آنتی اکسیدانی از جمله اسپیرولینا می‌تواند در بهبود وضعیت جسمی مؤثر باشد که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته است.

نتایج پژوهش نشان می‌دهد که اسپیرولینا به‌عنوان مکمل آنتی اکسیدانی نقش مهم و مؤثری در تعدیل شاخص‌های استرس اکسیداتیو دارد که با وجود ویتامین E در این مکمل گیاهی و نقش مؤثر این ویتامین در تعدیل شاخص استرس اکسیداتیو می‌توان این نتیجه‌گیری را توجیه کرد. فشار اکسایشی نیاز بدن به ضداکسایش‌ها را افزایش می‌دهد. اگر بدن با کمبود ضداکسایش‌ها مواجه شود، مزایای ورزش به دلیل بروز آسیب‌های ناشی از افزایش رادیکال‌های آزاد در بدن کاهش خواهد یافت، در حالی که کلید حفظ سلامتی ورزشکار، برقراری تعادل بین رادیکال‌های آزاد و عوامل ضد اکسایشی است و در این پژوهش همچنان که مشاهده شد اسپیرولینا نقش مؤثر و تعیین‌کننده‌ای در برقراری این تعادل دارد. آگاهی ورزشکاران از فواید استفاده از مکمل‌های ضداکسایشی گوناگون برای تقویت دستگاه ضداکسایشی بدن، موجب مصرف فراوان این مواد توسط این افراد شده است و پژوهش‌های بسیاری فواید استفاده از این مکمل‌ها را تأیید کرده‌اند. به‌عبارتی‌دیگر در این پژوهش پس از افزایش شاخص‌های استرس اکسیداتیو متعاقب تمرین وامانده‌ساز، نقش مکمل اسپیرولینا در کاهش این شاخص‌ها مؤثر است.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مراتب قدردانی خود را از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی تبریز و همچنین از کلیه افراد شرکت کننده در این پژوهش، از آقایان مصطفی کاظمی و امیر منصور وطن خواه که نهایت همکاری را داشتند، تشکر و قدردانی می شود.

منابع

1. Roya Ghorbani؛ Asghar Tofighi؛ Solmaz Babaei. Copper supplementation response to lipid peroxidation and total antioxidant capacity in passive girls following exhaustive activity. Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology. Volume 4, Issue 1, Autumn and Winter 2016،74-81.

2. Tripathi P, and Pandey S. L-arginine attenuates oxidative stress condition during cardiomyopathy. IJBB. 2013;50: 99-104.

3. Ramin Amirsasan؛ Orhan khodaei؛ Javad Vakili. Effect of High Intensity Interval Training (HIIT) and aerobic continuous training on lipid profile, physiological indicators and aerobic and anaerobic performance in sedentary male. Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology. Volume 4, Issue 1, Autumn and Winter 2016،29-36.

4. ZeynalAbedin Rahnama؛ Roghayeh Poozesh Jadidi؛ Mohammad Reza Nasir Zadeh. Effect of two month aerobic training and pomegranate peel extract (PPE) supplementation on Insulin resistance index levels in obese rats. Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology. Volume 4, Issue 1, Autumn and Winter 2016،1-10.

5. BH, and JM g.1986. Biochembiophys. JMC Arch.246:501–514.

6. Guilland, Peneranda T, Gallet C, Boggio V, Fuchs F, and Klepping J. Vitamin status of young athletes including the effects of supplementation. Med Sci Sports Exerc. 1989;21: 441–449.

7. Sachdev S, and Davies KJ. Production, detection, and adaptive responses to free radicals in exercise. Free Radical Biology & Medicine. 2008; 44(2): 215–223.

8. Deaton CM, and Marlin DJ.2003. Exercise-associated oxidative stress. Clinical techniques in Equine Practice. 2008;2: 278-291

9. Lamina S, Ezema CI, Theresa AI, Anthonia EU. Effects of free radicals and antioxidants on exercise performance. Oxid Antioxid Med Sci. 2013; 2(2): 83-91.

10. Radak Z, Chung HY, Koltai E, Taylor AW, Goto S. Exercise, oxidative stress and hormesis. Ageing Res Rev. 2008; 7(1): 34-42.

11. Atashak S, SHarafi h, Azarbayjani M, Goli A, Batorak K. Karimi V. Effect of omega-3 fatty acid supplementation on lipid peroxidation and total antioxidant capacity of plasma following a resistance exercise session in young athletes. Sci J Kurdistan Univ Med Sci . 2013; 17: 51-59.(In persian).

12. Furukawa S, Fujita T, Shimabukuro M, Iwaki M, Yamada Y, Nakajima Y, et al. Increased oxidative stress in obesity and its impact on metabolic syndrome. J Clin Invest. 2004;114(12): 1752-1761.

13. Puyfoulhoux G, Rouanet JM, Besançon P, Baroux B, Baccou JC, Caporiccio B. Iron availability from iron-fortified spirulina by an in vitro digestion/Caco-2 cell culture model. J Agric Food Chem. 2001;49(3):1625-1609.

1. Sandhu
2. Milasius
3. Tripathi
4. Lin
5. Marzatico
6. Mao
7. Miranda
8. Tomohiro
9. Ahma
10. Henrikson

www.SID.ir

Archive of SID

activity in type 2 diabetic patients. 2014.theses(In Persian).
28. Rahimi F.Siyahkohiyan M. Rouhi B. Farhadi H. Shahravan N. Hasanzadeh Z. Effect of Pomegranate Supplementation and Aerobic Exercise on Total Antioxidant Capacity and Lipid Peroxidation in Overweight Men. Sci J Birjand Univ Med Sci. 2015;21(3): 332-340.[In Persian].
29. Dehkhoda M. Gaeini A. Rajabi H. Rkfvd A. Sarafnejad A. The effect of an aerobic period with the use of spirulina on the maximal consumption of oxine and the performance of some of the indicators of the men's immune system after physical exhaustion. Journal of Motion and Exercise Science. 2007; 9: 46-29. (In Persian).
30. Moradi Z. Shemshaki A. Basami M. The Effect of Saffron Supplementation on Superoxide Dismutase and Catalase Enzymatic Levels in a Severe Anaerobic Exercise in Young Women. Sports Physiology Journals. 2013; 14: 130-119.(In Persian).
31. Lin WT, Yang SC, Tsai SC, Huang CC, and Lee NY. L-Arginine attenuates xanthine oxidase and myeloperoxidase activities in hearts of rats during exhaustive exercise. Br J Nutr. 2006;95: 67–75.
32. Marzatico F, Pansarasa O, Bertorelli L, Somenzini L, and Della Valle G. Blood free radical antioxidant enzymes and lipid peroxides following long-distance and lactacidemic performances in highly trained aerobic and sprint athletes. J SPORT MED PHYS FIT. 1997;37: 235–239.
33. MaoT.K, Van De Water. Effect of spirulina on the secretion of cytokines from peripheral blood mono-nuclear cells. J Med Food. 2000;3: 135-140.
34. Miranda M.S, Cintra R.G. Antioxident activity of the micoalga spirulina maxima. Braz. Med.Bio.Res. 1998; 31: 1075-1079.
35. Tomohiro H, et-al. Activation of the human innate immune system by spirulina. Int Immunopharmacology. 2002;2: 423-434.
36. Ahma B. The potential application of spirulina (Arthrospira) as a nutritional and therapeutic supplement in health management. J Am Nutraceutical Association. 2002; 5(2) : 32-39
37. Robert Henrikson Spirulina: Health discoveries from the source of life.1998;book.
14. Sandhu J.S, DheeraB, SHweta, S. Efficacy of Spirulina Supplementation on Isometric Strength and Isometric Endurance of Quadriceps in Trained and Untrained Individuals-a Comparative Study. IJMBS. 2010; 2(2):79-86.
15. Jafari A. The Effect of Aerobic Exercise with Different Intensities on Mutational Mutations of Skull Muscles in Rats. PhD thesis, University of Tehran. 2012;49: 19-25. (In persian).
16. Forsythe L. K, Julie M W, Wallace M, Barbara E. Obesity and inflammation: the effects of weight loss. Nutrit Res Rev. 2008;21:117–13.
17. Ozata M, Mergen M, Oktenli C, Aydin A, Sanisoglu S Y, Bolu E. Increased oxidative stress and hypozincemia in male obesity. Clin Bioch. 2002;35: 627–631.
18. Vincent H K, Powers S K, Stewart D J, Shanely R A, Demirel H, Nalto, H. Obesity is associated with increased myocardial oxidative stress. Int J Obes Relat Metab Disord. 1999; 23: 67-74.
19. Dobrian A. D, Davies M J, Prewitt R. L, Lauterio T J. Development of hypertension in a rat model of diet-induced obesity. Hypertension. 2000;35: 1009-1015.
20. Nojima H., Watanabe H., Yamane K, Kitahara Y, Sekikawa K. , Yamamoto, H. Effect of aerobic exercise training on oxidative stress in patients with type 2 diabetes mellitus. Metabolism. 2008; 57: 170–176.
21. Calderon K. S, Yucha C. B,Schaffer S. D. Obesity-Related Cardiovascular Risk Factors: Intervention Recommendations to Decrease Adolescent Obesity. J Pediatr Nurs. 2005; 20: 2-13.
22. Thirumalai T, TherasaS. V, Elumalai E. K, David, E. Intense and exhaustive exercise induces oxidative stress in skeletal muscle. Asian Pac J Trop Dis. 2011; 1(1): 63-66.
23. Gökbel H, Belviran M. Acute Exercise Induced Oxidative Stress and Antioxidant Changes. Eur J Gen Med. 2006;3: 126- 131.
24. McBride J. M, Kraemer W. J, McBride T. T. , Sebastianelli W. Effect of resistance exercise on free radical production. Med Sci Sports Exer. 1998;30: 67–72.
25. Milasius K., Malickaite R, Dadeliene R. Effect of Spirulina food supplement on blood morphological parameters, biochemical composition and on the immune function of sportsmen. Biology of Sport. 2009;26(2): 157-164.
26. Varmaziyar M. Azarbayjani M. Effect of saffron on the activity of oxidative enzymes during an outsourcing session in active men. Phylum of medicinal plants. 2014; 2 (50): 54-63.[In Persian].
27. Dehghan P. Aliasgarzaze A. Asghari jafarabadi M. Pourghasemi B. The effect of supplementation of inulin on total antioxidant capacity, glutathione peroxidase, superoxide dismutase and catalase

www.SID.ir