http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2022.27673.1444

Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology
Autumen/Winter 2022
Volume 9, Number 2
213-226

Original Article Open Access

The effect of six weeks of high intensity interval training with fenugreek supplementation on plasma levels of malondialdehyde and glutathione peroxidase in overweight and obese women

Khatereh Forotan[1], Mehdi Mogharnasi[2]*, Mohammad Esmaeil Afzalpour[3]

Receive 2022 February 18; Accepted 2022 April 29

Abstract

Aim: Despite the positive effects of HIIT training but it causes oxidative stressdue to high intensity; Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of 6 weeks of High intensity interval training with fenugreek supplementation on plasma levels of malondialdehyde and glutathione peroxidase of obese and overweight women. **Method:** 48 obese and overweight women with age average of 29.79 ±7/8 years and a body mass index of 29.29 ± 2.6 kg / m^2 were purposefully selected and randomly divided into 4 groups of 12. Individuals received exercise + placebo, exercise + supplement, supplement and placebo. supplement consuming groups consumed 500 mg fenugreek capsule daily for 6 weeks. The training groups performed an exercise protocol of HIIT training with maximum speed during 6 weeks and three session per week. Blood samples were taken 48 hours before and 48 hours after the intervention and ELISA method was used to measure the research variables. The data were compared using analysis of covariance with Scheffe test as post hoc, at a significance level of P<0.05. **Results:** Significant decrease in malondialdehyde in exercise + supplement group (P = 0.048) compared to placebo group and significant increase in exercise + placebo groups (p = 0.0001), exercise + supplement (p = 0.0001) and supplement groups (p=0/0001) were seen compared to the placebo groups, but no significant difference was observed between the other groups. **Conclusion:** Fenugreek consumption along with regular High intensity interval training is a more appropriate intervention to improve the antioxidant status of obese or overweight people.

Keywords: High Intensity Interval Training, Fenugreek, Malondialdehyde, Glutathione Peroxidase, Overweight and Obese Women

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

1. MSc of Exercise Physiology, Faculty of Sports Sciences,University of Birjand, Birjand, Iran.
2. Professor of Exercise Physiology, Faculty of Sports Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran. (Corresponding Author): Email:mogharnasi@birjand.ac.ir
3. Professor of Exercise Physiology, Faculty of Sports Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran .

Cite as: Khaterek Forotan, Mehdi Mogharnasi, Mohammad Esmaeil Afzalpour. The effect of 6 weeks of High intensity interval training with fenugreek supplementation on plasma levels of malondialdehyde and glutathione peroxidase in overweight and obese women Applied Health Studies in Sport Physiology. 2022; 9(2): 213-226.

Owner and Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University
Journal ISSN (online): 2676-6507
Access Type: Open Access
DOI: 10.22049/JAHSSP.2022.27673.1444
DOR: 20.1001.1.26766507.1401.9.2.17.0

Copyright ©The authors

http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2022.27673.1444

Extended abstract

Background

High intensity interval training (HIIT), can cause oxidative stress (1), especially in obese and overweight people (2). In recent years, researchers have focused on the effect of herbal medicine in the prevention and treatment of various problems (3). Fenugreek one of the oldest medicinal plants due to the presence of many photochemical activities such as vitamins, flavonoids, terpenoids, carotenoids, coumarins, saponins and lignins (4) It has powerful antioxidant and anti-diabetic properties (5). Using this dietary supplement before and after exercise can be one of the basic strategies to improve performance and reduce the recovery period after exercise (3). Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of 6 weeks of HIIT with fenugreek supplementation on plasma levels of malondialdehyde and glutathione peroxidase of obese and overweight women.

Materials and Methods

Accordingly, 48 obese and overweight women with age average of 29.79± 7.8 years and a body mass index of 29.29 ± 2.6 kg / m^2 were purposefully selected and randomly divided into 4 groups of 12. Including HIIT + placebo, HIIT + supplement, supplement and placebo groups. during the 6 weeks, the training groups performed three sessions of HIIT protocol (shuttle run) at a maximum speed at a specified distance of 20 meters in a round trip (6). Supplementary groups Was taken one 500 mg capsule every night after dinner for 6 weeks (3). On the other hand, starch capsules were used to prepare a placebo, and this group also consumed a 500 mg capsule containing starch powder with a similar coating with fenugreek supplement for 6 weeks, similar to the exercise-fenugreek supplement group. For all subjects, the time of blood sampling was in the morning and after 12 hours of fasting, and the first blood sample was taken 24 hours before the start and the second sample was taken 48 hours after the end of the 6-week training and supplementation period. In both stages of blood sampling, 10 ml of blood was taken from the veins of the subjects in a sitting position and immediately the contents of EDTA anticoagulant were poured into CBC tubes and stored in a freezer at -80 ° C. After separation of plasma biochemical evaluation of malondialdehyde was performed by ELISA using Zantox kit made in Iran with a sensitivity of 0.05 ng / ml and glutathione peroxidase using ZellBio kit made in Germany with a sensitivity of 0.05 ng / ml. Statistical analysis of data was performed by analysis of covariance and Scheffe post hoc tests at a significance level of $P < 0.05$.

Findings

Blood MDA in the HIIT + supplementation group was significantly reduced. GPX in the groups of HIIT + placebo, HIIT + supplement and supplement showed a significant difference compared to the placebo group, and it can be said that the level of GPX in these groups were significantly higher than placebo.caused a significant decrease in MDA in the HIIT + supplement group ($p = 0.048$) and a significant increase in GPX in the HIIT+ placebo ($p = 0.0001$), HIIT + Supplement ($p = 0.0001$) and supplement ($p = 0001$) groups, while no significant difference was observed in other groups (Figure 1).

Conclusion

According to the results of the present study, it can be said that as a result of simultaneous intervention HIIT with fenugreek supplementation, there is likely to be a good fit between the antioxidant defense mechanism against the oxidative stress caused by Exercise training. Therefore, fenugreek supplement can be used to prevent oxidative stress and lipid peroxidation and strengthen the antioxidant system along with HIIT. However, the MDA did not change significantly as expected by the researcher; the probable reason is the short duration of the training intervention period and the small number of participants (due to the study during the corona pandemic). In case of manipulating the components of exercise training and studying more samples; more definite results will be obtained. Due to the lack of precise control of subjects 'nutrition on off-day days, it is suggested that other research performed with strict observance of diet control and the use of a controlled diet, as well as control of subjects' menstrual periods.

Article Message: The results of the present study indicate that 6 weeks of High intensity interval training with fenugreek supplementation improves the levels of antioxidant enzymes and oxidative stress in overweight and obese women. Therefore, it can be recommended as an auxiliary method in preventing oxidative stress diseases in obese and overweight people who have higher levels of oxygen radicals.

Keywords: High Intensity Interval Training, Fenugreek, Malondialdehyde, Glutathione Peroxidase, Overweight and Obese Women

Copyright ©The authors

http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2022.27673.1444

MDA | GPX

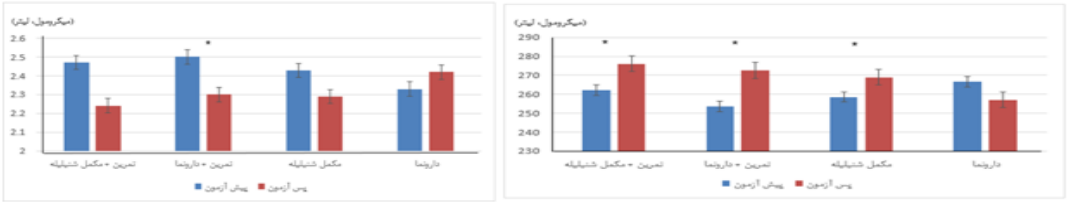


Figure 1. Comparison of changes in MDA and GPX in participating groups

* Statistically significant sign

Copyright ©The authors Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

JAHSSP

http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2022.27673.1444

مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش
سال نهم، شماره دوم ؛
پاییز و زمستان ۱۴۰۱؛ صفحات۲۱۳-۲۲۶

Open Access

مقاله پژوهشی

بررسی تأثیر ۶ هفته تمرین تناوبی شدید همراه با مصرف مکمل شنبلیله بر سطوح پلاسمایی مالون دی آلدهید و گلوتاتیون پراکسیداز زنان دارای اضافه وزن و چاق

خاطره فروتن[۱]، مهدی مقرنسی *[۲]، .محمد اسماعیل افضل پور[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۰۹

چکیده

هدف: با وجود اثرات مثبت تمرین تناوبی شدید، این تمرینات می‌توانند موجب ایجاد فشار اکسایشی گردند؛ از این رو هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر ۶ هفته تمرین تناوبی شدید همراه با مصرف مکمل شنبلیله بر سطوح پلاسمایی مالون دی آلدهید و گلوتاتیون پراکسیداز و ترکیب بدن زنان دارای اضافه وزن و چاق بود. **روش شناسی:** تعداد ۴۸ نفر از زنان چاق و دارای اضافه وزن با میانگین سنی ۷/۸±۲۹/۷۹ سال و شاخص توده بدنی ۲/۶±۲۹/۲۹ کیلوگرم بر مترمربع به صورت هدفمند انتخاب شدند و به صورت تصادفی در ۴ گروه ۱۲ نفری شامل گروه تمرین + دارونما، تمرین + مکمل، مکمل، و دارونما قرار گرفتند. گروه‌های مصرف کننده مکمل، روزانه یک کپسول ۵۰۰ میلی گرمی شنبلیله را به مدت ۶ هفته مصرف کردند. گروه‌های تمرین، در طول ۶ هفته و هر هفته سه جلسه پروتکل تمرین تناوبی شدید (شاتل ران) را با حداکثر سرعت اجرا نمودند. خونگیری ۴۸ ساعت قبل و ۴۸ ساعت بعد از دوره تمرینی و مصرف مکمل، انجام شد و برای اندازه‌گیری متغیرهای تحقیق از روش الایزا استفاده گردید. تحلیل آماری داده‌ها به وسیلهٔ آزمون‌های تحلیل کوواریانس و تعقیبی شفه در سطح معنی‌داری $P < ۰/۰۵$ انجام گرفت. **یافته‌ها:** کاهش معنی‌دار مالون دی آلدهید در گروه تمرین + مکمل ($P=۰/۰۴۸$) نسبت به گروه دارونما و افزایش معنی‌دار گلوتاتیون پراکسیداز در گروه‌های تمرین + دارونما ($P=۰/۰۰۰۱$)، تمرین + مکمل ($P=۰/۰۰۰۱$) و مکمل ($P=۰/۰۰۰۱$) نسبت به گروه دارونما دیده شد. اما بین سایر گروه‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. **نتیجه گیری:** مصرف شنبلیله در کنار اجرای منظم تمرینات تناوبی شدید، روش مداخله‌ای مناسب تری برای بهبود وضعیت آنتی اکسیدانی بدن افراد چاق یا دارای اضافه وزن می باشد.

واژه‌های کلیدی: تمرین تناوبی شدید، شنبلیله، مالون دی آلدهید، گلوتاتیون پراکسیداز، زنان دارای اضافه وزن و چاق.

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

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.
۲. استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند ایران.
(نویسنده مسئول):
mogharnasi@birjand.ac.ir
۳. استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند ایران.

نحوه ارجاع: خاطره فروتن، مهدی مقرنسی، محمد اسماعیل افضل پور. بررسی تأثیر شش هفته تمرین تناوبی شدید همراه با مصرف مکمل شنبلیله بر سطوح پلاسمایی مالون دی آلدهید و گلوتاتیون پراکسیداز زنان دارای اضافه وزن و چاق". مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش. ۱۴۰۱: ۹(۲)،۲۱۳-۲۲۶.

صاحب امتیاز و ناشر: دانشگاه شهید مدنی آذربایجان
شاپای الکترونیکی: ۲۶۷۶-۶۵۰۷
نوع دسترسی: آزاد
DOI: 10.22049/JAHSSP.2022.27673.1444
DOR: 20.1001.1.26766507.1401.9.2.17.0

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

مقدمه

چاقی و اضافه وزن به عنوان یک بیماری متابولیک مزمن، یکی از چالش-های اصلی بهداشت عمومی در سراسر جهان می‌باشد (۱) و علی رغم هشدارهای جهانی و افزایش آگاهی از عوارض و مضرات آن، شاهد افزایش قابل توجه شیوع چاقی و اضافه وزن در جهان می‌باشیم (۲). بدون تردید این مشکل را باید در تغییر نوع سبک زندگی، کاهش میزان فعالیت بدنی و مصرف مواد غذایی پرکالری در دهه‌های اخیر جستجو کرد (۳) اگرچه مزایای فعالیت‌های ورزشی منظم در سلامت به خوبی نشان داده شده است، اما تعداد کمی از افراد از این توصیه‌ها برای انجام فعالیت بدنی پیروی می‌کنند. امروزه از تمرینات تناوبی شدید (HIIT)[۱] با توجه به تنوع، جذابیت، سازگاری متابولیکی بالاتر، مفید در کاهش وزن (۴) و کارآیی بیشتر آن در کاهش چربی (۵) به جای تمرینات استقامتی سنتی استفاده می‌شود. اما این تمرینات می‌توانند موجب تولید رادیکال‌های آزاد در عضلات اسکلتی و بافت‌های دیگر بدن شوند (۶). از طرفی مطالعات متعدد نشان می‌دهند که چاقی و اضافه وزن با افزایش استرس اکسایشی و یا کاهش توانایی آنتی اکسیدان‌های بدن همراه است و این افزایش استرس اکسایشی عامل مهمی در سندروم متابولیک مرتبط با چاقی است. همچنین بررسی‌ها نشان می‌دهند که افراد چاق و دارای اضافه وزن، دارای سطوح بالاتری از رادیکال‌های آزاد اکسیژن هستند (۷) در نتیجه فعالیت ورزشی شدید در این افراد ممکن است باعث آسیب به ملکول‌های مختلف از جمله: لیپیدها، پروتئین‌ها و DNA شود(۸). یکی از مهم‌ترین اثرات تخریبی رادیکال‌های آزاد، شروع پراکسیداسیون لیپیدها و تولید مالون دی آلدهید[۲] (MDA) است که بسیار مهم و مورد توجه بوده و به طور گسترده مورد سنجش قرار گرفته است (۹). به منظور مقابله با این اثرات، یک سیستم دفاع مؤثر ایجاد شده، که دارای آنزیم‌های مختلف مانند سوپر اکساید دیسمیوتاز[۳] (SOD)، کاتالاز[۴] (CAT) و گلوتاتیون پراکسیداز[۵] (GPX)، به علاوه آنتی اکسیدان‌های درون‌زا است(10). آنزیم GPX، H_2O_2[۶] را به آب و اکسیژن تبدیل می‌کند و برای این واکنش از گلوتاتیون، تیوردکسین و گلوتاردکسین به عنوان دهنده الکترون استفاده می‌شود (۱۱). GPX در بیشتر بافت‌های بدن یافت می‌شود، خواص آنتی اکسیداتیو قوی دارد و در جلوگیری از پراکسیداسیون چربی‌ها (کاهش پراکسید هیدروژن) نقش اساسی دارد. یکی از آنتی اکسیدان‌های مهم و اصلی در هموستاز ردوکس سلولی می‌باشد؛ حتی مشخص شده است که در تنظیم سایر فرآیندهای سلولی مانند رشد، تمایز، فعال‌سازی ژن‌ها و آپوپتوزیس نقش دارد. همچنین تعامل آن با تمرینات ورزشی و تنظیم افزایشی آن در عضله اسکلتی پس از تمرین نشان داده شده است (۱۲). از مهم‌ترین اجزا سیستم غیر آنزیمی نیز می‌توان از گلوتاتیون، ویتامین E و ویتامین C نام برد. گلوتاتیون بخش مهم سیستم غیر آنزیمی آنتی اکسیدانی بوده و از مهم‌ترین اعمال آن می‌توان به احیا و حذف رادیکال آزاد هیدروکسیل، خنثی نمودن پراکسید هیدروژن و حتی احیای آنتی اکسیدان‌های سلولی مثل ویتامین C و E اشاره کرد(۱۳).

در سال‌های اخیر توجه محققان به تأثیر طب گیاهی در پیشگیری و درمان مشکلات مختلف معطوف شده است. مصرف آنتی اکسیدان‌ها و ضد التهاب‌های موجود در طبیعت نمونه‌ای از این تدابیر است (۱۴). بر همین اساس تواری[۷] و همکاران (۲۰۲۰) اثر مکمل غذایی دانه شنبلیله بر روی سیستم های دفاعی آنتی اکسیدانی در موش‌های مسن را ارزیابی کردند. نتایج مطالعه آن‌ها افزایش معنی‌دار فعالیت SOD را نشان داد. این افزایش فعالیت پس از مصرف مکمل شنبلیله نیز ممکن است با پتانسیل بالای شنبلیله در مهار رادیکال‌های آزاد مرتبط باشد. افزایش محتوای فنولیک و مهار رادیکال‌های آزاد به وضوح نشان داد که مکانیسم‌های دفاعی آنتی اکسیدانی با مکمل غذایی دانه شنبلیله بهبود یافتند. به طور کلی، این مطالعه نشان داد که مکمل غذایی دانه شنبلیله تأثیر مثبتی بر فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی داشته است (۱۵). زویل[۸] و همکاران (۲۰۱۵) افزایش معنی‌دار GPX و کاهش معنی‌دار MDA را پس از ۱۰ هفته مصرف مکمل شنبلیله در خرگوش‌ها مشاهده کردند(۱۶).

با توجه به اینکه شنبلیله یکی از قدیمی‌ترین گیاهان دارویی است؛ به دلیل حضور بسیاری از فعالیت‌های فتوشیمیایی نظیر ویتامین‌ها، فلاونوئیدها، ترپنوئیدها، کاروتوئیدها، کومارین‌ها، ساپونین‌ها لیگلنین‌ها (۱۷) دارای خواص آنتی اکسیدانی قدرتمند و ضد دیابتیکی است (۱۸)، عوارض جانبی در صورت استفاده به اندازه، ندارد و گیاهی بودن این مکمل، باعث شده عوارض جانبی مکمل‌های شیمیایی را نداشته باشد. از دیگر مزایا، ارزانی، فراوانی و کم خطر بودن آن است. استفاده از این مکمل غذایی، جهت حصول اطمینان از وجود مقادیر کافی آنتی اکسیدان-ها در بدن پیش و پس از تمرینات ورزشی می‌تواند یکی از راهکارهای اساسی در بهبود اجرا و کاهش دوره ریکاوری بعد از فعالیت ورزشی باشد (۱۷).

مطالعات اخیر با صراحت بیان کرده‌اند که اجرای HIIT برای کاهش چربی کارایی بهتری نسبت به تمرینات استقامتی سنتی دارد (۴) و از نظر تأثیر زمانی عامل کارآمدی برای پیشگیری و بهبود عوامل خطرزای بیماری‌های قلبی – عروقی باشد. این نوع تمرین، با وجود زمان کمتر و حجم کلی تمرین کمتر، باعث تحریک بیشتر فیزیولوژیکی، عملکردی و نشانگرهای مربوط به سلامت در افراد بالغ و بیمار می‌شود (۱۸). از طرفی انجام فعالیت ورزشی شدید به علت بالا بردن متابولیسم بدن، سبب تولید رادیکال‌های آزاد بیشتری در فرد می‌شود. با این وجود از آن جایی که آسیب اکسایشی در ابتدا به طور عمده در غشا میتوکندریایی و در دیگر غشاهای سلولی ایجاد می‌گردد، به نظر می‌رسد مکمل سازی با مواد ضد اکسایشی محلول در چربی، تا حدودی بتواند از آسیب سلولی ناشی از

[۱] High intensive interval training
[۲] Malondyaldehid
[3] Superoxide dismutase
[4] Catalase
[5] Glutathione peroxidase
[۶] Hydrogen Peroxide
[۷] Tewari
[۸] Zeweil

Copyright ©The authors

JAHSSP
http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2022.27673.1444

فشار اکسایشی این نوع استرس جلوگیری نماید (۱۹). در همین راستا چترائی عزیز آبادی و همکاران (۱۳۹۷) کاهش فشار اکسایشی و تقویت دفاع آنتی اکسیدانی را پس از ۶ هفته تمرین پیلاتس با شدت ۸۰-۶۰٪ به همراه مصرف مکمل شنبلیله در زنان فعال را نشان دادند (۱۷). کومار[۹] و همکاران (۲۰۱۳) نیز بهبود فعالیت آنتی اکسیدانی را پس از ۱۳ روز تمرین شنا به همراه مصرف عصاره شنبلیله در موش‌ها مشاهده کردند (۲۰).

اگر چه مطالعات زیادی در زمینه تاثیر فعالیت ورزشی و مصرف مکمل بر آنتی اکسیدان‌ها و رادیکال‌های آزاد صورت گرفته است، اما مطالعات محدودی به بررسی توامان HIIT و مصرف مکمل شنبلیله در انسان به ویژه افراد دارای اضافه وزن و چاق پرداخته‌اند. همچنین از آنجا که هم تمرینات شدید و هم اضافه وزن و چاقی موجب بروز عدم تعادل سیستم ضد اکسایشی و اکسایشی می‌شود، محقق به دنبال پاسخگویی به این سوال است که آیا شش هفته HIIT همراه با مصرف مکمل شنبلیله بر سطوح پلاسمایی MDA و GPX در زنان چاق و دارای اضافه تاثیر دارد؟

روش پژوهش

تحقیق حاضر یک مطالعه نیمه تجربی و از نوع کاربردی با طرح پیش آزمون – پس آزمون بود. افراد مورد مطالعه ۴۸ نفر از زنان چاق و دارای اضافه وزن شهرستان بیرجند بودند که از بین کلیه زنان چاق و دارای اضافه وزن این شهرستان با میانگین سنی ۷/۸±۲۹/۷۹ سال و شاخص توده بدنی ۲/۶±۲۹/۲۹ کیلوگرم بر متر مربع به طور هدفمند انتخاب شدند. معیارهای ورود به مطالعه شاخص‌هایی مانند عدم ابتلا به کمردرد مزمن، عدم سابقه جراحی کمر یا اندام تحتانی، نداشتن بیماری‌های قلبی-عروقی، عدم انجام فعالیت ورزشی منظم حداقل به مدت یک سال قبل از شرکت در مطالعه و عدم مصرف مکمل‌های ضد اکسایشی از قبیل ویتامین‌های C، E و طی یک ماه گذشته و معیارهای خروج از مطالعه نیز شامل رعایت نکردن توصیه‌های محقق، عدم حضور مرتب در تمرینات و عدم مصرف مرتب مکمل بود. ابتدا اطلاعات و آگاهی لازم درباره اهداف مطالعه، چگونگی انجام تحقیق و مراحل آن به افراد مورد مطالعه داده شد و از آن‌ها رضایتنامه کتبی دریافت گردید. سپس این افراد در چهار گروه ۱۲ نفری تمرین + دارونما، تمرین + مکمل شنبلیله ، مکمل شنبلیله و دارونما تقسیم شدند. دو روز قبل از شروع تمرینات، ارزیابی‌های اولیه شامل: تعیین قد، وزن و ترکیب بدن انجام شد. قد آزمودنی‌ها با قدسنج SECA ساخت کشور آلمان با حساسیت یک میلی‌متر، وزن با ترازوی دیجیتالی مدل TCM، دقت ۱/ ۰ کیلوگرم، درصد چربی با کالیپر هارپندن[۱۰] و روش سه نقطه‌ای (سه سر بازو، فوق خاصره و ران) با استفاده از فرمول جکسون پولاک و WHR نیز با متر نواری غیرقابل ارتجاع و از تقسیم دور کمر به باسن اندازه‌گیری شد. برای آماده سازی مکمل ابتدا تخم شنبلیله از بازار محلی بیرجند خریداری شد و پس از شستشو، خشک شدن دو بار کاملا پودر و از صافی گذرانده شد و به مقدار ۵۰۰ میلی‌گرم داخل کپسول‌های خالی تهیه شده از داروخانه های معتبر نگهداری شد. سپس با استفاده از ترازوی دیجیتال با حساسیت ۰/۰۱ گرم وزن سنجی دقیق آن محاسبه گردید. افراد گروه مکمل و مکمل + تمرین به مدت ۶ هفته هر روز قبل از شام یک کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی شنبلیله مصرف کردند (۱۷) . از طرفی، برای تهیه دارونما از کپسول نشاسته استفاده شد که این گروه نیز به مدت ۶ هفته یک کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی حاوی پودر نشاسته با پوشش مشابه با مکمل شنبلیله را مشابه گروه تمرین+ مکمل شنبلیله مصرف کردند. این تحقیق در شورای تخصصی دانشکده علوم ورزشی دانشگاه بیرجند با شناسه اخلاق IR.BIRJAND.REC.1399.006تصویب شد.

درصد چربی = {(۴/۹۵ /Db) − ۴/۵} ×۱۰۰

که در این رابطه:

Db = ۰/۰۹۹۴۲۱ − (۰/۰۰۰۱۳۹۲ × سن) + (۰/۰۰۰۰۰۲۳ ×S2) − (۰/۰۰۰۹۹۲۹ × S)(چگالی بدن)

و مجموع ضخامت چربی زیر پوستی سه سر بازو، فوق خاصره و ران = S می‌باشند.

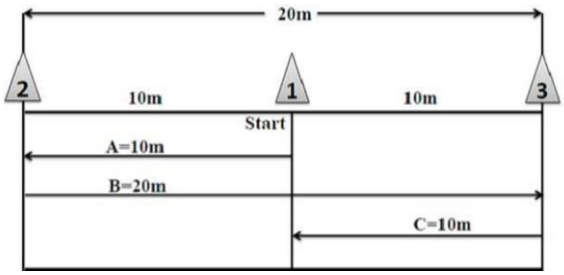
۱. پروتکل تمرین

پروتکل تمرینی مورد استفاده برای گروه‌های تمرین-مکمل و تمرین آزمون شاتل ران[۱۱] بود که به مدت ۶ هفته و هر هفته ۳ جلسه در یک مسافت ۲۰ متری مشخص شده اجرا شد. با شروع پروتکل تمرینی، افراد با حداکثر سرعت از نقطه شروع (مخروط ۱) به طرف مخروط ۲ دویدند (مسیرA) سپس برگشتند و در جهت مخالف، ۲۰ متر به طرف مخروط ۳ مجدد دویدند (مسیر B). در نهایت، مجدداً برگشته و به سمت نقطه شروع (مخروط ۱) با حداکثر سرعت می‌دوند (مسیر C) تا مسافت ۴۰ متر کامل شود. افراد مورد مطالعه این روند را با حداکثر سرعت ادامه دادند تا دوره زمانی ۳۰ ثانیه

پروتکل تمرینی به اتمام برسد. پس از ۳۰ ثانیه استراحت، پروتکل تمرین تکرار شد. پیشرفت تمرین با افزایش تعداد تکرارهای ۳۰ ثانیه‌ای از ۴ نوبت در هفته اول و دوم، به ۵ نوبت در هفته سوم و چهارم و ۶ نوبت در هفته پنجم و ششم رسید (۲۱). از شروع پروتکل تمرینی، در هر جلسه افراد مورد مطالعه به مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه برنامه گرم کردن و در پایان هر جلسه، به مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه برنامه سردکردن را انجام دادند. برای اندازه گیری ضربان قلب، از ضربان سنج پولار در طی همه جلسات تمرینی استفاده شد (۲۱).

[9] Kumar
[10] Harpenden
[11] Shuttle run

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University



شکل (۱-۱) طرح شماتیک پروتکل تمرین تناوبی شدید

جدول ۱-۱. الگوی برنامه تمرین تناوبی شدید

هفته ها	مدت فعالیت (ثانیه)	مدت استراحت فعال (ثانیه)	تکرار	مدت زمان پروتکل(دقیقه)	مدت زمان کل فعالیت (فعالیت اصلی، گرم کردن و سرد کردن بر حسب دقیقه)
اول-دوم	۳۰	۳۰	۴	۴	۲۴
سوم-چهارم	۳۰	۳۰	۵	۵	۲۵
پنجم-ششم	۳۰	۳۰	۶	۶	۲۶

۲. خونگیری و آنالیز آزمایشگاهی

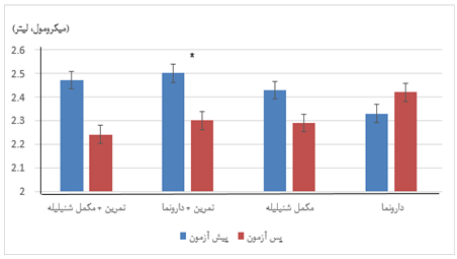
از آزمودنی‌ها، پس از ۱۲ ساعت ناشتایی مقدار ۵ میلی‌لیتر خون برای اندازه‌گیری شاخص‌های MDA و GPX گرفته شد. نمونه خونی اول ۲۴ ساعت قبل از آغاز و نمونه دوم ۴۸ ساعت پس از پایان دوره ۶ هفته‌ای تمرین و مصرف مکمل گرفته شد. نمونه های خون جهت تجزیه و تحلیل به آزمایشگاه ایران مهر منتقل و برای جلوگیری از لخته شدن در لوله‌های CBC محتوای ماده ضد انعقاد (EDTA) ریخته شد. نمونه های خونی در دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون با دور ۳۰۰۰ متر و به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد و جداسازی پلاسما صورت گرفت و پس از جدا کردن پلاسما در دمای منفی ۸۰ درجه سانتی گراد نگهداری شد. .برای اندازه‌گیری MDA از یک معرف رنگی به نام تیوباربیتوریک اسید استفاده شد. به طور خلاصه، این معرف به نمونه پلاسما و بلانک استاندارد اضافه گردید و پس از طی مراحل آزمایش، شدت جذب نمونه‌ها توسط اسپکتروفتومتر در طیف ۴۹۲ نانومتر در برابر بلانک اندازه‌گیری شد. برای تهیه استاندارد MDA، از ۱-۱-۳-۳ تتراتوکسی پروپان استفاده شد. کیت تحقیقاتی مورد استفاده در این تحقیق، کیت نمونه انسانی شرکت Zantox با حساسیت ۰/۰۵ نانوگرم بر میلی لیتر ساخت کشور ایران بود. میزان GPX پلاسمایی با استفاده ازکیت تحقیقاتی نمونه انسانی شرکت ZellBio با حساسیت ۰/۰۵ نانوگرم بر میلی لیتر ساخت کشور آلمان و با دستگاه الایزاریدر مدل Chormate awareness ساخت کشور آمریکا انجام شد.

۳.تجزیه و تحلیل داده‌ها

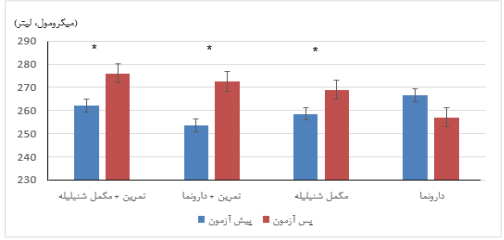
داده‌های حاصل، پس از کدگذاری، با استفاده از نرم افزار آماری SPSS۲۳ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. از آزمون آماری شاپیرو-ویلک، جهت برآورد طبیعی بودن توزیع داده‌های گروه‌ها، استفاده شد. سپس، با توجه به متغیرهای مستقل تأثیرگذار در متغیر وابسته، تفاوت-های بین گروه‌ها با آزمون آماری کوواریانس و آزمون تعقیبی شفه در سطح معنی‌داری $p<۰/۰۵$ تعیین گردید.

یافته‌ها

ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها در جدول ۱ آمده است. نتایج آزمون کوواریانس مربوط به تغییرات متغیرهای خونی مورد نظر تحقیق در پیش آزمون و پس آزمون در جدول ۲ ارائه شده است. با توجه به معنی‌دار بودن مقدار p در سطح $p<۰/۰۵$ ، می‌توان گفت شش هفته تمرین HIIT و مصرف مکمل شنبلیله بر سطوح پلاسمایی MDA و GPX زنان دارای اضافه وزن و چاق تاثیر معنی‌داری گذاشته است (نمودارهای ۱ و ۲). در ادامه جهت بررسی این نکته که تاثیر معنی‌دار در کدامیک از گروه‌های آزمایش بوده است، از نتایج آزمون تعقیبی شفه طبق جدول ۳ استفاده شد. نتایج آزمون تعقیبی شفه نشان داد که شش هفته تمرین HIIT و مصرف مکمل شنبلیله باعث کاهش معنی-دار MDA در گروه تمرین+ مکمل و افزایش معنی‌دار GPX زنان دارای اضافه وزن و چاق در گروه‌های مکمل + تمرین، دارونما + تمرین و مکمل شد، در حالیکه در سایر گروه‌ها تفاوت معنی‌داری ملاحظه نگردید.



نمودار ۱. مقایسه میزان تغییرات MDA درگروه‌های شرکت کننده
*نشانه معنی داری آماری



نمودار ۲. مقایسه میزان تغییرات GPX درگروه‌های شرکت کننده
*نشانه معنی داری آماری

Copyright ©The authors

http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2022.27673.1444

جدول ۲. نتایج آزمون کوواریانس شاخص‌های خونی آزمودنی‌ها

متغیرها	گروه ها	پیش آزمون		پس آزمون		مقدار p
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	
مالون دی آلدهید (میکرومول در لیتر)	مکمل + تمرین	۲/۴۷	۰/۴۱	۲/۲۴	۰/۱۲	۰/۰۳*
	دارو نما + تمرین	۲/۵۰	۰/۳۷	۲/۳۰	۰/۳۳	
	مکمل	۲/۴۳	۰/۳۴	۲/۲۹	۰/۲۱	
	دارونما (کنترل)	۲/۳۳	۰/۳۳	۲/۴۲	۰/۳۳	
گلوتاتیون پراکسیداز (میکرومول در لیتر)	مکمل + تمرین	۲۶۲/۱۲	۱۳/۴۰	۲۷۵/۹۶	۱۴/۰۸	۰/۰۰۰۱*
	دارو نما + تمرین	۲۵۳/۵۳	۲۸/۴۸	۲۷۲/۵۸	۲۹/۵۷	
	مکمل	۲۵۸/۶۱	۱۱/۲۷	۲۶۹/۰۲	۱۰/۰۹	
	دارونما (کنترل)	۲۶۶/۶۱	۱۹/۸۵	۲۵۷/۰۴	۱۷/۱۶	

*نشانه تفاوت معنی دار بین گروه‌ها در سطح p <۰/۰۵

جدول ۱. شاخص‌های تن سنجی آزمودنی‌ها

متغیرها	گروه ها	میانگین	انحراف معیار
سن (سال)	تمرین +دارونما	۲۷/۵	۷/۰۵
	تمرین + مکمل	۲۶/۲۵	۸/۰۸
	مکمل	۳۵/۴	۵/۰۱
	دارونما	۳۱/۲	۸/۲۱
قد (سانتی‌متر)	تمرین+ دارونما	۱۶۴/۲۵	۵/۲
	تمرین+ مکمل	۱۶۳/۲۹	۶/۱۲
	مکمل	۱۶۵/۳	۴/۷
	دارونما	۱۶۴/۵	۷/۳۸
وزن (کیلوگرم)	تمرین + دارونما	۷۶/۷۱	۷/۳
	تمرین + مکمل	۷۴	۹/۹۰
	مکمل	۸۶/۳۱	۷/۲۲
	دارونما	۸۱/۳۵	۸/۲۱
BMI (کیلوگرم برمترمربع)	تمرین + دارو نما	۲۸/۳۳	۱/۵۱
	تمرین + مکمل	۲۷/۶۴	۲
	مکمل	۳۱/۵۹	۲/۵۴
	دارونما	۳۰/۱۱	۲/۸۳

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

جدول۳. نتایج آزمون تعقیبی شفه در مورد مقایسه زوجی میانگین MDA و GPX گروه‌ها

گروه‌های مقایسه شده	متغیرها	اختلاف میانگین‌ها (خطای استاندارد± میانگین)	مقدار p
دارونما + تمرین با مکمل + تمرین	MDA	-۰/۰۳±۰/۱۱	۰/۹۹
	GPX	-۵/۲۰±۳/۵۳	۰/۵۴
مکمل با مکمل + تمرین	MDA	-۰/۱±۰/۱۱	۰/۸۵
	GPX	۳/۴۳±۳/۷۱	۰/۸۳
دارونما با مکمل + تمرین	MDA	-۰/۳۲±۰/۱۱	۰/۰۴۸*
	GPX	۲۳/۴۱±۳/۷۱	۰/۰۰۰۱*
مکمل با دارونما + تمرین	MDA	-۰/۰۶±۰/۱۱	۰/۹۵
	GPX	۸/۶۴±۳/۷۱	۰/۱۶
دارونما با دارونما + تمرین	MDA	-۰/۲۸±۰/۱۱	۰/۱۱
	GPX	۲۸/۶۲±۳/۷۱	۰/۰۰۰۱*
دارونما (کنترل)– مکمل	MDA	-۰/۲۲±۰/۱۱	۰/۳۴
	GPX	۱۹/۹۸±۳/۸۷	۰/۰۰۰۱*

*نشانه تفاوت معنی دار بین دو گروه در سطح p <۰/۰۵

Copyright ©The authors

بحث

فعالیت‌های ورزشی در جهت جلوگیری و کنترل و همچنین کاهش عوارض بسیاری از بیماری‌های قلبی -عروقی توصیه شده است. گرچه فعالیت ورزشی تولید ROS را در طول ورزش افزایش می‌دهد ولی ورزش منظم با کاهش بیماری‌های وابسته به استرس اکسیداتیو همراه بوده و متوسط طول عمر را افزایش می‌دهد(۲۲) . دلیل این مزیت، سازگاری ورزش با افزایش تولید رادیکال آزاد در حین ورزش است که این سازگاری افزایش فعالیت سیستم آنتی اکسیدانی، افزایش بیان ژن مربوط به اکسیداسیون/ احیا و فعال شدن سیستم ترمیم/حذف آسیب را در بر می-گیرد (۲۳) . در این خصوص نیز امروزه استفاده از آنتی اکسیدان‌های گیاهی به دلیل عوارض جانبی کمتر و مقرون به صرفه بودن از نظر اقتصادی توجه زیادی را به خود جلب کرده است.

یافته‌های پژوهش حاضر پس از شش هفته HIIT و مصرف مکمل شنبلیله، کاهش معنی‌دار MDA در گروه تمرین + مکمل و افزایش معنی‌دار GPX در گروه‌های تمرین + دارونما، تمرین + مکمل و مکمل را نشان دادند. در خصوص MDA، یافته‌ها کاهش غیر معنی‌دار سطوح پلاسمایی MDA پس از شش هفته HIIT را نسبت به گروه دارونما نشان داد که این با نتایج قربانیان و صابری (۱۳۹۸) (۲۴)، شهیدی و همکاران (۱۳۹۷) (۲۵)، لزلی و همکاران (۲۰۱۷)(۲۶) و فخری و همکاران (۱۳۹۸) (۲۷) ناهمسو می‌باشد. قربانیان و صابری (۱۳۹۸) کاهش معنی‌دار MDA را پس از ۸ هفته تمرین استقامتی فزآینده در دختران غیر فعال نشان داده‌اند (۲۴). شهیدی و همکاران (۱۳۹۷) پس از ۸ هفته تمرین تناوبی فزآینده کاهش معنی‌دار MDA را در دختران جوان غیر فعال گزارش کرده‌اند (۲۵). از دلایل ناهمسویی نتایج می‌توان به پروتکل و طول دوره متفاوت تمرین اشاره کرد. فخری و همکاران (۱۳۹۸) با بررسی تاثیر ۶ هفته تمرین HIIT سطوح سرمی MDA در دختران دارای اضافه وزن، افزایش معنی‌دار MDA را نشان داده‌اند (۲۷). از دلایل احتمالی ناهمسویی نتایج این مطالعه با مطالعه حاضر می‌توان به عواملی مثل نوع متفاوت آزمودنی‌ها (دختران و زنان چاق و دارای اضافه وزن در مقابل دختران دانشجوی دارای اضافه وزن) و تفاوت در جزء خونی اندازه‌گیری شده (سرم در برابر پلاسما)، و یا میزان سازگاری آنان به تمرینات ورزشی اشاره کرد. فعالیت ورزشی با چندین سازوکار از جمله نشت اکسیژن از زنجیرهٔ انتقال الکترونی، سوخت وساز پروستانوئیدی، فعالیت گزانتین اکسیدازها و ماکروفاژها و افزایش فعالیت کاتکولامین‌ها ممکن است بر فرآیندهای بروز فشار اکسایشی تأثیر گذاشته و منجر به افزایش شاخص‌های استرس اکسایشی در خون از جمله MDA شود (۲۸).

فعالیت‌های ورزشی شدید از طریق افزایش ترشح هورمون‌هایی مثل کاتکولامین‌ها، متابولیسم پروستانوئیدها، گزانتین اکسیداز و فعالیت ماکروفاژها بر فرایندهای فشار اکسایشی اثرگذار بوده و موجب افزایش پراکسیداسیون لیپیدی و بنابراین MDA به عنوان یکی از شاخص‌های پراکسیداسون لیپیدی می‌شود (۲۹). در ابتدای فعالیت ورزشی شدید به دلیل عدم هماهنگی میزان اکسیژن دریافتی و اکسیژن مورد نیاز بافت‌ها به خصوص در عضلات فعال و از سوی دیگر بروز فرآیندهای کاهش جریان خون موضعی و سپس برقراری مجدد گردش جریان خون بافتی، تولید انواع گونه‌های اکسیژن فعال افزایش می‌یابد(۳۰) . در نتیجه لیپیدهای غیر اشباع غشاهای بافتی در معرض آسیب قرار می‌گیرند و موجب افزایش MDA می‌شوند. حال آنکه در تحقیق حاضر میزان MDA میل به کاهش را نشان داد و این به معنی ان است که اگر طول مداخله (هفته ها) افزایش یابد، احتمالا به سازگاری‌های مطلوبی منتهی خواهد شد. بنابراین اجرای تمرینات ورزشی منظم و مستمر، از طریق افزایش دفاع ضد اکسایشی، موجب کاهش پراکسیداسیون لیپیدی و پروتئینی می‌شود (۳۱). به طور کلی از گزارش‌های موجود چنین استنباط می‌شود که برحسب نوع و شدت فعالیت بدنی، میزان آمادگی افراد و سازگاری آنان به تمرینات تمرینی می‌توان افزایش، کاهش یا عدم تغییر مالون دی آلدهید را پس از تمرین انتظار داشت. مطالعات نشان می‌دهد که شدت و مدت فعالیت بدنی و نوع آزمودنی‌ها متغیر مهمی است که می‌تواند در میزان اثرگذاری فعالیت بدنی بر شاخص‌های استرس اکسایشی بدن دخالت نماید. در واقع هرچه شدت فعالیت بدنی بیشتر و مدت آن طولانی‌تر باشد میزان بروز پراکسیداسیون لیپیدی نیز بیشتر خواهد بود. در یک جلسه تمرینی با فعالیت سبک، بدن با چالشی جدی مواجه نمی‌شود تا پاسخ آنتی اکسیدانی ویژه‌ای را داشته باشد (۳۲). به نظر می‌رسد در این تحقیق بالا بودن شدت تمرین در طول شش هفته HIIT توانسته سازگاری کافی در دستگاه ضد اکسایشی بدن آزمودنی‌های گروه تمرین به وجود آورد و افزایش معنی دار GPX نشان داد، شدت تمرین بر دستگاه ضد اکسایش تاثیر مثبتی داشته تا بتواند شاخص استرس اکسیداتیو یا مالون دی آلدئید را هر چند به صورت غیر معنی‌دار، کاهش دهد. و شاید دلیل این کاهش مالون دی آلدئید را نیز بتوان بر تاثیر تمرین در کاهش میزان تولید رادیکال‌های آزاد و یا کاهش مرتبط با استرس اکسیداتیو ارتباط داد (۳۳). زیرا رادیکال‌های آزاد فقط تولید آسیب نمی‌کنند بلکه نقش سیگنالینگ سلولی و تحریک آنزیماتیک را نیز بر عهده دارند. گونه‌های فعال اکسیژن تولید شده در فعالیت ورزشی، مسیر سیگنالینگ مهمی مانند میتوژن محرک پروتئین کیناز را فعال کرده که می‌تواند باعث رونویسی عوامل مختلف شده و به این ترتیب فعالیت ورزشی می‌تواند به خودی خود باعث بهبود استرس

Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

اکسیداتیو شود و از بیماری‌های استرس اکسایشی مرتبط با چاقی و اضافه وزن، نظیر بیماری‌های قلبی و دیابت و غیره جلوگیری کند(۳۲) .

دیگر یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که اجرای شش هفته مصرف مکمل شنبلیله باعث کاهش معنی‌دار MDA در گروه مکمل نسبت به گروه دارونما شد. صادق پور و همکاران (۲۰۲۰) تاثیر عصاره هیدروالکلی شنبلیله بر فشار اکسایشی در موش‌های با رژیم فروکتوز بالا را بررسی کردند (۳۴). یافته‌ها کاهش قابل توجه MAD در گروه مکمل در مقایسه با گروه کنترل را نشان داد (۳۴). زویل و همکاران (۲۰۱۵) کاهش MDA را در خرگوش‌های در حال رشد پس از ۱۰ روز مصرف عصاره شنبلیله گزارش کردند (۱۶). از سوی دیگر تواری و همکاران (۲۰۲۰) کاهش غیر معنی‌دار MDA را در موش‌های مسن گزارش کردند(۱۵) که این کاهش با نتایج مطالعه حاضر همسو اما غیرمعنی‌دار بودن آن ناهمسو می‌باشد. از دلایل احتمالی ناهمسویی در نتایج می‌توان به نوع (حیوان در برابر انسان) و سن (موش‌های مسن در برابر زنان جوان و میانسال) متفاوت آزمودنی‌ها و دوز متفاوت مکمل شنبلیله (۵ درصد و ۱۰ درصد در برابر ۵۰۰ میلی گرم) اشاره کرد. بنابراین با توجه به نتایج مطالعه حاضر و سایر مطالعات انجام شده می‌توان گفت پودر دانه شنبلیله با مهار تشکیل رادیکال‌های آزاد از افزایش در میزان MDA جلوگیری کرده و با توجه به غنی بودن از ترکیبات پلی فنولی، موجب افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی و بنابراین کاهش معنی‌دار MDA می‌شود. کاهش معنی‌دار MDA پس از ۶ هفته تمرین تناوبی شدید به همراه مصرف مکمل شنبلیله از دیگر یافته‌های تحقیق حاضر بود. در مطالعات نزدیک و همسو با نتایج این مطالعه، امینیان و آذربایجانی (۱۳۹۱) با بررسی اثر همزمان مصرف عصاره آبی شنبلیله و تمرین هوازی، کاهش MDA در رت‌های دیابتی را گزارش کرده‌اند (۳۵). بنابراین می‌توان گفت فعالیت ورزشی و مصرف شنبلیله به طور همزمان نه تنها تداخلی ایجاد نمی‌کند بلکه احتمالا بتواند با افزایش اثرات تقویت کننده سیستم آنتی اکسیدانی، فشار اکسایشی و پراکسیداسیون لیپیدی را کاهش دهد.

از دیگر یافته های مطالعه حاضر آن بود که شاخص GPX پس از ۶ هفته در گروه تمرین HIIT در مقایسه با گروه دارونما افزایش معنی‌داری را نشان داد. همسو با این نتایج عسگری و همکاران (۱۳۹۷) افزایش معنی‌دار GPX را پس از ۱۲ هفته تمرین ترکیبی (مقاومتی – هوازی) در زنان چاق را گزارش کرده‌اند (۳۶). همچنین کارل گروساد و همکاران (۲۰۱۹) افزایش معنی‌دار GPX بعد از ۱۰ هفته تمرین در موش‌های چاق را نشان داده‌اند (۳۷). از طرف دیگر، رحمانی و همکاران (۱۳۹۷) عدم تغییر معنی‌دار GPX پس از ۱۰ هفته تمرین تناوبی و مقاومتی شدید در موش‌های صحرایی نر را گزارش کرده‌اند (۳۸) که با نتایج تحقیق حاضر ناهمسو است.آزمودنی‌های متفاوت این تحقیق با تحقیق حاضر (حیوان در مقابل انسان) و طول دوره ورزشی (۱۰ هفته در مقابل ۶ هفته) را می‌توان از جمله دلایل ناهمسو دانست. فراک[۱۲] و همکاران (۲۰۱۵) نیز به بررسی تاثیر ۱۰ روز تمرین تناوبی شدید بر وضعیت آنتی اکسیدانی ۲۱ ورزشکار حرفه‌ای پرداختند که نتایج عدم تغییر معنی‌دار GPX را نشان داد (۳۹). از دلایل ناهمسویی نتایج با مطالعه حاضر می‌توان به طول دوره ورزشی (۱۰ روز در مقابل ۶ هفته) و آزمودنی‌های متفاوت بین دو تحقیق اشاره کرد (افراد با سابقه تمرین طولانی معمولا سیستم آنتی اکسیدانی سازگار شده‌ای دارند که با مداخلات این چنینی زیاد تغییر نمی‌کند). در زمینه اثر فعالیت بدنی بر سیستم دفاع اکسایشی باید این نکته را در نظر گرفت که در هنگام تمرین شدید، مصرف اکسیژن در بدن حدود ۱۰–۸ برابر افزایش می‌یابد، به همین دلیل با افزایش تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن به علت افزایش مصرف اکسیژن ممکن است ظرفیت دفاع آنتی اکسیدانی بدن تضعیف گردد (۴۰). بنابراین تمرین حاد و شدید منجر به افزایش استرس اکسیداتیو می گردد اما تمرین منظم و متوسط از طریق افزایش دفاع آنتی اکسیدانی منجر به کاهش استرس اکسیداتیو خواهد شد (۴۱). هنگام تمرینات HIIT متابولیسم پورین با افزایش سطح گزانتین اکسیداز همراه می‌شود که منجر به بالا رفتن استرس اکسایشی می‌گردد و در زمان ریکاوری با فعالیت متابولیسم هوازی منجر به ایجاد سازگاری دفاع ضداکسایشی می‌شود. متابولیسم هوازی در زمان ریکاوری بین وهله‌های تناوبی شدید با تنظیم کاهشی سیتوکروم اکسیداز و افزایش استفاده از کوآنزیم Q به عنوان یک گیرنده الکترون منجر به کاهش استفاده از اکسیژن برای تبدیل به رادیکال سوپراکسید می‌شود. علاوه براین، نشان داده شده است که تمرینات شدید با بالا رفتن فعالیت GPX به وسیله کاهش گلوتاتیون اریتروسیت‌ها همراه می‌شود که نشان دهنده حرکت آنزیم‌های ضداکسایشی از منابع ذخیره و تقویت دفاع ضداکسایشی است. از طرفی اثر پررنگ‌تر تمرینات تناوبی شدید بر سیستم ضداکسایشی را در بخشی به مسیرهای متابولیک باید نسبت داد. به گونه‌ای که تغییرات متابولیک و با تاثیر بر مسیرهای AMPK و PGC-1α با تقویت سیستم ضد اکسایشی همراه می‌شود (۴۲). همچنین همسویی نتایج GPXبا نتایج MDA می‌تواند بیانگر مقابله همسان دفاع آنتی اکسیدانی آنزیمی در برابر فشار اکسایشی ایجاد شده در بدن طی فعالیت ورزشی باشد. افزایش فعالیت آنزیم آنتی اکسیدانی GPX در نمونه‌های تحقیق حاضر این نوید را می‌دهد که انجام تمرینات منظم احتمالاً بتواند سبب کاهش فعالیت مسیرهای سیگنال سلولی سرکوبگر باشد. نمایه توده بدنی با شرایط استرس اکسایشی مرتبط است (۴۳). افراد چاق ۷ درصد کمتر از افراد با وزن معمولی از ظرفیت آنتی اکسیدانی برخوردار هستند (۴۴).

[۱۲] Faruk

Copyright ©The authors

JAHSSP

http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2022.27673.1444

بنابراین این احتمال وجود دارد که دوره ورزشی حاضر ضمن کاهش درصد چربی و بهبود نمایه توده بدن و هم چنین افزایش برداشت اکسیژن بر روندهای متابولیکی سلول‌های چربی اثرگذار بوده و سبب وضعیت بهینه‌ای در شرایط آنتی اکسیدانی شده باشد. از طرفی همزمان با انجام تمرینات هوازی و بی‌هوازی رادیکال‌های آزاد فروانی تولید می‌شود. شدت اختلال ایجاد شده در هموستاز اکسیداسیون /احیا به عوامل زیادی از جمله نوع ورزش، وضعیت جسمانی، سن، جنس، و عادت غذایی افراد بستگی دارد (۴۵). از طرفی حین فعالیت ورزشی، متابولیسم اکسیژن و تولید رادیکالهای آزاد در بدن افزایش می‌یابد (۴۵). همچنین افراد غیرفعال در زمان استراحت TBARS (تیوباربیوتیک اسید فعال به عنوان شاخص پراکسیداسیون لیپید) کمتری دارند که با شروع فعالیت‌های بدنی این امر برعکس می‌شود .احتمالا یکی از دلایل افزایش آنزیم‌های آنتی اکسیدانی همین باشد. مقابله با افزایش تولید رادیکال‌های آزاد به الگوی بیان ژن‌های آنزیم‌های آنتی اکسیدانی آستانه مورد نیاز برای القای آنزیم‌های آنتی اکسیدانی بستگی دارد. با این حال اثر فعالیت ورزشی روی شرایط آنتی اکسیدانی به نوع فعالیت ورزشی و شرایط محیطی و تعریق وابسته می‌باشد. در پاسخ به ROS تولید شده در حین فعالیت ورزشی بعضی از ژن‌های سیستم آنتی اکسیدانی سریعا فعال می‌شوند تا با استرس اکسیداتیو حاد ایجاد شده مقابله نمایند. در حالی که ژن‌های دیگر به آهستگی در پاسخ به استرس اکسیداتیو مزمن تنظیم افزایشی پیدا می‌کنند(۴۶) . شواهد نشان می‌دهد که سازگاری ورزشی در میزان آنتی اکسیدان ممکن است در سطح بیان ژن و یا mRNA و یا مقدار پروتئین باشد. برای مثال فعالیت GPX و پروتئین آن با فعالیت ورزشی مزمن افزایش می‌یابد ولی میزان mRNA آن تغییر نمی‌کند(۴۷) . همان چیزی که در پژوهش حاضر رخ داده است، آنزیمGPX افزایش یافته است.فعالیت ورزشی منظم با افزایش آنتی اکسیدان GPX و آنتی اکسیدان‌های محلول، استرس اکسیداتیو را کاهش می‌دهد (۴۸). همچنین مکانیسم احتمالی دیگر اثر فعالیت ورزشی، کاهش غلظت درون سلولی ROS و کاهش قابلیت اتصال KB-NF به DNA نسخه برداری از ژن‌های درگیر در استرس اکسیداتیو و التهاب باشد (۴۸).

دیگر یافته مطالعه حاضر افزایش معنی‌دار GPX در گروه مکمل نسبت به گروه دارونما بود. همسو با نتایج مطالعه حاضر صادق پور و همکاران (۲۰۲۰) تاثیر عصاره هیدروالکلی شنبلیله را بر سطوح GPX در موش‌های با رژیم فروکتوز بالا را بررسی کردند. یافته‌ها افزایش معنی‌دار GPX را نشان داد (۳۴). موکسامبا و همکاران (۲۰۱۶) با بررسی اثرات آنتی اکسیدانی و کاهنده چربی رژیم غذایی بذر شنبلیله، افزایش فعالیت آنزیم-های آنتی اکسیدانی را در موش‌های با چربی بالا گزارش کردند (۴۹). یاداو و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که شنبلیله به عنوان منبع قوی آنتی اکسیدان عمل می‌کند (۵۰). بنابراین براساس مطالعات انجام شده گیاه شنبلیله به دلیل حضور بسیاری از فعالیت‌های فتوشیمیایی نظیر ویتامین‌ها، فلاونوئیدها، ترپنوئیدها، کاروتوئیدها، کومارین‌ها، ساپونین‌ها لیگلنین‌ها دارای خواص آنتی اکسیدانی قدرتمند و ضد دیابتیکی است و می‌توان آن را به عنوان روشی کمکی در پیشگیری از بیماری‌های ناشی از فشار اکسایشی و به ویژه جلوگیری از عوارض وخیم دیابت شیرین، به طور خوراکی مورد استفاده قرار داد (۱۸).

علاوه بر موارد گفته شده، ۶ هفته تمرین HIIT همراه با مصرف مکمل شنبلیله، بر تغییرات GPX در مقایسه با گروه دارونما تاثیر معنی‌داری داشت. همسو با نتایج چترائی عزیز آبادی (۱۳۹۷) تقویت و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی پس از ۶ هفته تمرین پیلاتس و مکمل‌دهی شنبلیله در زنان فعال را گزارش کرده‌اند (۱۷). مطالعه ادیبی و همکاران (۱۳۹۳) نیز حاکی از آن بود که تمرین شنا و مکمل‌دهی شنبلیه در موش-های نر دیابتی هر یک بطور جداگانه، ظرفیت آنتی اکسیدانی را بهبود می‌بخشد؛ امّا در صورتی که تمرین شنا و مصرف عصاره آبی شنبلیله همزمان باشد، این دو دارای اثرات هم‌افزایی داشته و اثرات تقویت کننده سیستم آنتی اکسیدانی بیشتر می‌گردد(۵۱) . حقانی و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که ترکیبی از عصاره بذر شنبلیله و شنا می‌تواند برای درمان هیپرگلیسمی و فشار اکسایشی در دیابتی‌ها مفید باشد (۵۲). همچنین کومار و همکاران (۲۰۱۳) افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی در موش‌هایی که تحت تمرین شنا با وزنه و عصاره شنبلیله قرار گرفته بودند، را نشان داده‌اند (۵۳). فعالیت‌های ورزشی شدید از یک سو با افزایش فشاراکسایشی، احتمال تشکیل رادیکال‌های آزاد مضر را افزایش می‌دهند و از طرف دیگر اگر به طور منظم و مستمر اجرا شوند، با القای آنزیم‌های ضداکسایشی سبب کاهش رادیکال‌های آزاد می‌شوند. با این حال به نظر می‌رسد، شدت، مدت، نوع فعالیت ورزشی، جنسیت و نژاد اثرات متفاوتی را در بروز آسیب‌های اکسایشی و به دنبال آن سیستم ضداکسایشی داشته باشد(۴۶). بنابراین با توجه به نتایج تحقیق حاضر این احتمال وجود دارد که بواسطه تمرین ورزشی، مکمل شنبلیله و ترکیب تمرین–مکمل بتوان سیستم آنتی اکسیدانی را بهبود بخشید.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج تحقیق حاضر می‌توان گفت که در نتیجه مداخله همزمان تمرین تناوبی شدید با مکمل یاری شنبلیله، احتمالاً بین سازوکار دفاع ضداکسایشی در مقابل فشار اکسایشی ناشی از تمرین، سازگاری‌های مناسبی به وجود می‌آید. بنابراین می‌توان برای جلوگیری از استرس اکسایشی و پراکسیداسیون لیپیدی و تقویت سیستم آنتی اکسیدانی در کنار تمرینات HIIT، از مکمل شنبلیله استفاده کرد. با این حال MDA طبق انتظار محقق تغییر معنی‌داری نکرد؛ که علت احتمالی آن کوتاه بودن طول

Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

دوره مداخله تمرینی و کم بودن تعداد شرکت کنندگان (بدلیل انجام مطالعه در دوران پاندمی کرونا) می باشد. در صورت دستکاری مولفه‌های تمرین ورزشی و انجام مطالعه روی نمونه‌های بیشتر؛ نتایج قطعی تری بدست خواهد آمد. با توجه به عدم کنترل دقیق تغذیه آزمودنی‌ها در روزهای خارج از تمرین، پیشنهاد می‌شود تحقیقات دیگری با رعایت دقیق کنترل رژیم غذایی و استفاده از برنامه غذایی کنترل شده و همچنین کنترل دوره عادت ماهیانه آزمودنی‌ها اجرا گردد.

تعارض منافع

نویسندگان مقاله هیچ گونه تعارض منافعی را گزارش نکرده اند.

تقدیر و تشکر

بدین وسیله از کلیه افرادی که در پژوهش حاضر همکاری داشته اند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

References

1. Bhupathiraju SN, Hu FB. Epidemiology of obesity and diabetes and their cardiovascular complications. Circulation research. 2016;118(11):1723-35.
2. Bastien M, Poirier P, Lemieux I, Després J-P. Overview of epidemiology and contribution of obesity to cardiovascular disease. Progress in cardiovascular diseases. 2014;56(4):369-81.
3. Bahrami A, Saremi A. Effect of caloric restriction with or without aerobic training on body composition, blood lipid profile, insulin resistance, and inflammatory marker in middle-age obese/overweight men. Arak Medical University Journal. 2011;14(3):11-9 .[In Persian]
4. Emami A-M, Homaee HM, Azarbayjani MA. Effects of high intensity interval training and curcumin supplement on glutathione peroxidase (GPX) activity and malondialdehyde (MDA) concentration of the liver in STZ induced diabetic rats. Iranian Journal of Diabetes and Obesity. 2016;8(3):129-34 .[In Persian]
5. Gholizadeh S, Moghimbeigi A, Poorolajal J, Khjeian M, Bahramian F. Study of risk factors affecting both hypertension and obesity outcome by using multivariate multilevel logistic regression models. ISMJ. 2016;19(3):385-97 .[In Persian]
6. Jahani GR, Firouzrai M, Matin HH, Tarverdizadeh B, Azarbaijani MA, Movaseghi GR, et al. The effect of continuous and regular exercise on erytrocyte antioxidative enzymes activity and stress oxidative in young soccer players. 2010 . .[In Persian]
7. Brown NC, Andreazza AC, Young LT. An updated meta-analysis of oxidative stress markers in bipolar disorder. Psychiatry Research. 2014;218(1-2):61-8.
8. Martinovic J, Dopsaj V, Kotur-Stevuljevic J, Dopsaj M, Vujovic A, Stefanovic A, et al. Oxidative stress biomarker monitoring in elite women volleyball athletes during a 6-week training period. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2011;25(5):1360-7.
9. Soslu R, Özer Ö, Çuvalcioglu IC. The Effects of Core Training on Basketball Athletes' Antioxidant Capacity. Journal of Education and Training Studies. 2018;6(11):128-34.
10. Wang D, Wang J, Liu Y, Zhao Z, Liu Q. Roles of Chinese herbal medicines in ischemic heart diseases (IHD (by regulating oxidative stress. International Journal of Cardiology. 2016;220:314-9.
11. Deaton CM, Marlin DJ. Exercise-associated oxidative stress. Clinical Techniques in Equine Practice. 2003;2(3):278-91.
12. Afzalpour ME, Taheri Chadourneshin H. Physical Activity and Oxidative Stress. Tehran: Bamdad Ketab; 2014.
13. Powers SK, Jackson MJ. Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production. Physiological reviews. 2008;88(4):1243-76.
14. Shadkam T, Nazarali P ,Bijeh N. The effect of aerobic exercises combined with curcuma longa supplementation on cardiovascular inflammatory indexes and body composition in sedentary women. Journal of Sport Biosciences. 2016;8(2):193-206 .[In Persian]
15. Tewari D, Jóźwik A, Łysek-Gładysińska M, Grzybek W, Adamus-Białek W, Bicki J, et al. Fenugreek (Trigonella foenum-graecum L.) Seeds Dietary Supplementation Regulates Liver Antioxidant Defense Systems in Aging Mice. Nutrients. 2020;12(9):2552.
16. Zeweil HS, Zahran SM, Abd El-Rahman MH, El-Gindy Y, Embark J. Effect Of Fenugreek And Anise Seeds As Natural Growth Promoter On The Performance, Carcass, Blood Constituents And Antioxidant Status Of Growing Rabbits. Egyptian Poultry Science Journal. 2015;35(4).
17. Chatraei Azizabadi M, Nazarali P ,Hedayati M, Ramezankhani A. The Effect of 6-Week Pilates Exercise and Fenugreek Supplement on Total Antioxidant Capacity and Mineral Content in Active Women. The Horizon of Medical Sciences. 2019;25(3):158-71 .[In Persian]
18. Kassaee SM, Goodarzi MT, Oshaghi EA. Antioxidant, antiglycation and anti-hyperlipidemic effects of Trigonella foenum and Cinnamon in type 2

Copyright ©The authors

reactive oxygen species. European journal of applied physiology. 2004;91(5):615-21.

29. Kaneto H, Kawamori D, Matsuoka T-a, Kajimoto Y, Yamasaki Y. Oxidative stress and pancreatic β-cell dysfunction. American journal of therapeutics. 2005;12(6):529-33.

30. Kim H-J, Lee H-J, So B, Son JS, Yoon D, Song W. Effect of aerobic training and resistance training on circulating irisin level and their association with change of body composition in overweight/obese adults: a pilot study. Physiological research. 2016;65(2):271.

31. Kodama S, Tanaka S, Saito K, Shu M, Sone Y, Onitake F, et al. Effect of aerobic exercise training on serum levels of high-density lipoprotein cholesterol: a meta-analysis. Archives of internal medicine. 2007;167(10):999-1008.

32. Rai S, Chowdhury A, Reniers RLEP, Wood SJ, Lucas SJE, Aldred S. A pilot study to assess the effect of acute exercise on brain glutathione. Free radical research. 2018;52(1):57-69.

33. Peterson J, Dwyer J, Adlercreutz H, Scalbert A, Jacques P, McCullough ML. Dietary lignans: physiology and potential for cardiovascular disease risk reduction. Nutrition reviews. 2010;68(10):571-603.

34. Mohammad-Sadeghipour M, Afsharinasab M, Mohamadi M, Mahmoodi M, Falahati-Pour SK, Hajizadeh MR. The effects of hydro-alcoholic extract of fenugreek seeds on the lipid profile and oxidative stress in fructose-fed rats. Journal of Obesity & Metabolic Syndrome. 2020;29(3):198 .

35. Aminian M. Simultaneous effect of fenugreek seed aqueous extract and aerobic exercise on plasma concentrations of malondialdehyde and glutathione peroxidase in STZ-diabetic rats: Islamic Azad University; 2012 .[In Persian]

36. Askari R, Haghighi AH, Badri N. Comparison Of The Effects Of Combined Training With And Withoutzingeber Supplement On Lipid Peroxidation And Antioxidant Capacity In Type 2 Diabetic Women. Iranian Journal of Diabetes and Metabolism. 2018;17(4):165-72 .[In Persian]

37. Groussard C, Maillard F, Vazeille E, Barnich N, Sirvent P, Otero YF, et al. Tissue-specific oxidative stress modulation by exercise: A comparison between MICT and HIIT in an obese rat model. Oxidative medicine and cellular longevity. 2019;2019.

38. Rahmani A, Gorzi A, Ghanbari M. The effects of high intensity interval training and strenuous resistance training on hippocampal antioxidant diabetic rats. Jundishapur J Nat Pharm Prod. 2018;13(1):e38414 .[In Persian]

19. Lee S, Birukov KG, Romanoski CE, Springstead JR, Lusis AJ, Berliner JA. Role of phospholipid oxidation products in atherosclerosis. Circulation research. 2012;111(6):778-99.

20. Kumar P, Bhandari U. Protective effect of Trigonella foenum-graecum Linn. on monosodium glutamate-induced dyslipidemia and oxidative stress in rats. Indian Journal of Pharmacology. 2013;45(2):136.

21. Buchan DS, Ollis S, Young JD, Thomas NE, Cooper SM, Tong TK, et al. The effects of time and intensity of exercise on novel and established markers of CVD in adolescent youth. American Journal of Human Biology. 2011;23(4):517-26.

22. Modir M, Daryanoosh F, Mohamadi M, Firouzmand H. The effects of short and middle times aerobic exercise with high intensities on ingredients antioxidant in female Sprague Dawley rats. medical journal of mashhad university of medical sciences . 2014;57(3):587-95. [In Persian]

23. Ji LL. Modulation of skeletal muscle antioxidant defense by exercise: Role of redox signaling. Free Radical Biology and Medicine. 2008;44(2):142-52.

24. ghorbanian B, Saberi Y. The effect of a period of increasing endurance training with portulaca oleracea supplementation on bio-indicators of antioxidants and oxidative stress in inactive girls. Sports life sciences (movement). 2019;11(2):131-46 . [In Persian]

25. Shahidi F, Shakeri C, Delfani Z. The effect of eight weeks interval aerobic exercise and consumption of green tea supplementation on oxidative stress indices of inactive young girls. Razi Journal of Medical Sciences. 2019;25(11):72-8 .[In Persian]

26. Lesslie M. Investigations of biologically relevant free radicals utilizing novel gas-phase analytical techniques: Northern Illinois University; 2017.

27. Fakhri F, Shakeryan S, Fakhri S, Alizadeh A. The effect of 6 weeks of high intensity interval training (HIIT) with nano-curcumin supplementation on factors related to cardiovascular disease in inactive overweight girls. KAUMS Journal (FEYZ). 2020;24(2):181-9 .[In Persian]

28. Close GL, Ashton T, Cable T, Doran D, MacLaren DPM. Eccentric exercise, isokinetic muscle torque and delayed onset muscle soreness: the role of

Copyright ©The authors

lipid profile in rats. Shiraz E-Medical Journal. 2017(Inpres) .[In Persian]
50. Mukthamba P, Srinivasan K. Dietary fenugreek (Trigonella foenum-graecum) seeds and garlic (Allium sativum) alleviates oxidative stress in experimental myocardial infarction. Food Science and Human Wellness. 2017;6(2):77-87.
51. Yadav UCS, Baquer NZ. Pharmacological effects of Trigonella foenum-graecum L. in health and disease. Pharmaceutical biology. 2014;52(2):243-54.
52. Adabi S, Azarbaijani MA, Piri M. The effect of endurance training and supplementation of aqueous extract of fenugreek seeds on plasma antioxidants in male diabetic rats. Journal of Exercise Physiology and Physical Activity. 2013;6(1):811-20 .[In Persian]
53. Haghani K, Bakhtiyari S, Mohammadpour JD. Alterations in plasma glucose and cardiac antioxidant enzymes activity in streptozotocin-induced diabetic rats: effects of trigonella foenum-graecum extract and swimming training. Canadian journal of diabetes. 2016;40(2):135-42 .[In Persian]
54. Kumar V ,Selby A, Rankin D, Patel R, Atherton P, Hildebrandt W, et al. Age related differences in the dose–response relationship of muscle protein synthesis to resistance exercise in young and old men. The Journal of physiology. 2009;587(1):211-7.

capacity and serum levels of malondialdehyde and total antioxidant capacity in male rats. 2018 .[In Persian]
39. Ugras AF. Effect of high intensity interval training on elite athletes' antioxidant status. Science & Sports. 2013;28(5):253-9.
40. Radak Z, Zhao Z, Koltai E, Ohno H, Atalay M. Oxygen consumption and usage during physical exercise: the balance between oxidative stress and ROS-dependent adaptive signaling. Antioxidants & redox signaling. 2013;18(10):1208-46.
41. Aguiar Jr AS, Pinho RA. Effects of physical exercise over the redox brain state. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. 2007;13:355-60.
42. Bogdanis GC, Stavrinou P, Fatouros IG, Philippou A, Chatzinikolaou A, Draganidis D, et al. Short-term high-intensity interval exercise training attenuates oxidative stress responses and improves antioxidant status in healthy humans. Food and Chemical Toxicology. 2013;61:171-7.
43. Zoppini G, Verlato G, Leuzinger C, Zamboni C, Brun E, Bonora E, et al. Body mass index and the risk of mortality in type II diabetic patients from Verona. International journal of obesity. 2003;27(2):281-5.
44. Soares JP, Silva AM, Oliveira MM, Peixoto F, Gaivão I, Mota MP. Effects of combined physical exercise training on DNA damage and repair capacity: role of oxidative stress changes. Age. 2015;37(3):1-12.
45. Jabbari S, Kargarfard M. Short-term effect of Quercetin supplementation on inflammatory and oxidative stress indices of active individuals after intense exercise. Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology. 2021; 8(1): 36-43. [In Persian]
46. Tabriz IR. Effects of aerobic and exhaustive exercise on salivary and serum total antioxidant capacity and lipid peroxidation indicators in sedentary men. Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences. 2016;20(5):427-34 .[In Persian]
48. Sen CK, Packer L, Hänninen O. Lipid peroxidation in healthy and diseased models: influence of different types of exercise. Handbook of Oxidants and Antioxidants in Exercise. 2000:115.
48. Souza-Silva AA, Moreira E, de Melo-Marins D, Schöler CM, de Bittencourt Jr PIH, Laitano O. High intensity interval training in the heat enhances exercise-induced lipid peroxidation, but prevents protein oxidation in physically active men. Temperature. 2016;3(1):167-75.
49. TaheriChadorneshin H, Abtahi-Eivary S-H, Cheragh-Birjandi S, Yaghoubi A, Ajam-Zibad M. The effect of exercise training type on paraoxonase-1 and

Copyright ©The authors