http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2023.28083.1516

Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology
Spring/Summer 2023
Volume 10, Number 1
112-126

Original Article **Open Access**

The Effect of Intake Duration of Curcumin Supplementation along with HIIT on Antioxidant Balance of Skeletal Muscle, Heart and Liver in Male Rats

Ali Gorzi[1], Ahmad Rahmani [2]*, Samaneh Ekradi [3]

Receive 2022 November 17; Accepted 2023 February 19

Abstract

Aim: Oxidative stress in different organs is the main challenge for athletes who undergo strenuous training. This study investigated the effect of curcumin supplementation along with HIIT on the antioxidant balance of skeletal muscle, heart, and liver in male Wistar rats. **Methods:** Forty two male Wistar rats aged six-eight weeks, after one week familiarization period, were randomly divided into 6 groups; Control, Curcumin, 48hrs Curcumin, HIIT, HIIT+Curcumin, and HIIT+48hrs Curcumin. HIIT training (8 weeks, 5 sessions a week) carried out on a rodent treadmill. Curcumin supplement (30 mg/kg.BW) injected Intraperitoneally (eight weeks, three times a week; or last 48 hours, every 8 hours) in the supplemented groups .GPX activity was measured by Elisa Kit and the MDA level was assessed by spectrophotometric method. **Results:** One-way ANOVA results showed that GPX activity of the HIIT group in skeletal muscle, heart, and liver were significantly (P<0.05) lower, and MDA levels of the heart were significantly (P=0.001) higher than the control group. Also, GPX activity of skeletal muscle (P=0.001), heart (P=0.004), and liver (P=0.029) in the HIIT+curcumin and HIIT+48hrs curcumin group of the heart (P=0.008) were significantly higher than HIIT group. MDA levels of heart in the HIIT+curcumin (p=0.001) and HIIT+48hrs curcumin (P=0.001) groups were significantly lower than the HIIT group. **Conclusion:** In spite of different oxidative stress responses of tissues to the HIIT training, curcumin supplementation during the last 48 hours of strenuous HIIT, as well as during eight weeks, could prevent oxidative stress, and improves antioxidant capacity.

Keywords: Curcumin, High-Intensity Interval Training, Antioxidants.

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

١. Associate Professor, Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, University of Zanjan, Zanjan, Iran.
2. Associate Professor, Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, University of Zanjan, Zanjan, Iran.
* Corresponding Author: Email: a_rahmani@znu.ac.ir

3. Ph.D. Candidate of Exercise Physiology, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran.

Cite as: Gorzi, Ali. Rahmani, Ahmad. Ekradi, Samaneh The Effect of Intake Duration of Curcumin Supplementation along with HIIT Training on Antioxidant Balance of Skeletal Muscle, Heart and Liver in Male Rats. Applied Health Studies in Sport Physiology. 2023; 10(1): 112-126.
Owner and Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University
Journal ISSN (online): 2676-6507
Access Type: Open Access
DOI: 10.22049/JAHSSP.2023.28083.1516
DOR:

Copyright ©The authors

http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2023.28083.1516

Extended abstract

Background

Strenuous exercise training is associated with increases in oxygen uptake (1). The oxygen consumption by cells and organelles such as mitochondria increases following exercise training and leads to the production of ROS (reactive oxygen species) (2). Production of ROS more than the endogenous antioxidant defense system induces oxidative stress and results in the destruction of cell structures and the breakdown of the oxidation reactions of polyunsaturated fatty acids (3). Malondialdehyde (MDA) is the most important indicator of lipid peroxidation and oxidative damage to cell membranes (4). It seems that ROS generation differs in various tissues (5). Loss of oxidative balance in athletes can reduce exercise effectiveness and impair adaptation to exercise (6). Todays, attempts to find natural supplements for overcoming ROS generation induced by strenuous high-intensity interval training (HIIT) and the whole-body oxidant situation are increasing. Previous studies showed that curcumin has anti-inflammatory and antioxidant effects (7). Therefore, the purpose of this study was to investigate the effect of intake duration of curcumin on lipid peroxidation (Malondialdehyde-MDA) and antioxidant capacity (Glutathione peroxidase-GPX enzyme activity) of the liver, heart, and skeletal muscle during eight weeks of HIIT in male Wistar rats.

Methodology

In this experimental study, forty two male Wistar rats (age= eight weeks; weight= 226.76±18.64 g) were supplied by Pasteur Institute, after one week familiarization period, were randomly divided into six groups; Control (n=6), Curcumin (n=6), 48hrs Curcumin (n=6), HIIT (n=8), HIIT+Curcumin (n=8) and HIIT+48hrs Curcumin (n=8). HIIT (eight weeks, five sessions a week) was performed on a rodent treadmill. The training program in the first week included 10 periods (one-minute) of running at a speed of 30 to 45 meters per minute. There was two minutes of active rest (with a speed of eight meters per minute) between each period. In the last three weeks, the training speed reached to 75 to 85 meters per minute for one minute with seven sets and three to four minutes rest intervals.

Rats in Curcumin, 48hrs Curcumin, Endurance+Curcumin, and Endurance+48hrs Curcumin groups, received a curcumin supplement (30 mg/kg.bw) by intraperitoneal injection (eight weeks, three sessions or last 48 hours, every 8 hours) (7). Animals were sacrificed 48 hrs after the last training session. Rats were alternately sacrificed from each group to prevent interferences of the circadian rhythm of hormonal secretion on results. Tissues were collected under the sterilized situation and were frozen in liquid nitrogen (-196°C) immediately; then stored at -80°C. According to the method of Kaya et al. 2009 (8), GPX activity assayed by Elisa kit (GPX Elisa Kit, Randox Rat- cat number: RS 505); and MDA levels assessed by the spectrophotometric thiobarbituric acid reactive substances *(*TBARS*)* test.

All data were analyzed using the one-way analysis of variance (ANOVA) followed by Tukey's post hoc test for comparisons between groups. The statistical significance was set at $P<0.05$. The ethical guidelines approved by the Institutional Animal Ethics Committee of the University of Zanjan, and the laboratory conditions were maintained according to the university's guidelines for care.

Results: One-way ANOVA showed that GPX activity of muscle, liver, and heart was significantly lower in the HIIT group in compared with the control group($p=0.001$). Also, GPX activity of muscle ($p=0.001$), liver ($p=0.029$), and heart ($p=0.004$) in the HIIT+curcumin was significantly higher than HIIT group. However, HIIT+48hrs curcumin had no significant effect on GPX. Furthermore, there were no significant differences in MDA levels of muscle ($p=0.287$) and liver ($p=0.789$) among the groups. In contrast, ANOVA results showed significant changes in MDA levels of heart tissue (0.002). HIIT elevated MDA levels significantly compared to the control group ($p=0.001$). on the other hand, curcumin supplementation lowered MDA levels in the HIIT group ($p=0.001$). In addition, MDA levels in HIIT+curcumin and HIIT+48h curcumin groups were significantly lower than HIIT group ($p=0.001$). Moreover, there were no significant differences in GPX activity and MDA levels between HIIT+curcumin and HIIT+48h curcumin in all tissues.

Discussion and conclusion

This study showed that the oxidative reaction of different tissues to similar physical activity might be different. The basal metabolic rate of the heart is about 100 times more than the liver. This differences highlights the heart sensitivity to high-intensity interval training and the necessity of careful exercise programming for people with special conditions. According to the researchers, these different training effects may be due particular cellular locations (where reactive oxygen species are created) and the various essential antioxidant capacity of particular tissues (9). Skeletal muscle has the lowest amount of antioxidant enzymes; oxygen transport to this tissue may increase up to 100 times during intense training. Other findings demonstrated that curcumin supplementation during interval training can reduce interval training-induced oxidative stress in the heart, liver, and skeletal muscle tissues. Curcumin consumption during the last 48 hours of interval training can also increase the level of antioxidant enzymes and reduce the stress caused by interval training in heart tissue.

Copyright ©The authors

http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2023.28083.1516

Curcumin can prevent the improvement of oxidation by providing a hydrogen atom and trapping and stabilizing a variety of free radicals such as peroxide radicals. Also, curcumin can play its antioxidant role by complexing some intracellular metals such as iron and copper (which have an oxidizing role in the cell), and increasing the activity of the intracellular glutathione peroxidase enzyme by direct eliminating free radicals (10). Considering the apparent effects of curcumin consumption in improving the antioxidant balance in the heart compared to the skeletal and liver tissues in the present study, it seems that the mechanism of this stronger effect, relates to greater use of oxygen in the heart, even during the rest intervals, and therefore, the production of more free radicals in this tissue compared to the other two tissues.

Conclusion

High-intensity interval training causes an antioxidant imbalance and creates oxidative stress in the body. Depending on the type of tissue, the amount of produced stress is different. Based on the results of this study and considering that athletes have to perform HIIT, in order to maintain the antioxidant balance of muscles, liver, and especially the heart, curcumin supplementation during the training period and even in the last 48 hours of the training period can be a beneficial solution during the performing high-intensity interval training.

Article Message: Using curcumin, independent of intake duration, is beneficial especially for heart tissue in athletes with high intensity interval training.

Copyright ©The authors

JAHSSP

http://jahssp.azaruniv.ac.ir/

http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2023.28083.1516

مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش

سال دهم، شماره اول ؛

بهار و تابستان ۱۴۰۲؛ صفحات ۱۱۲-۱۲۶

مقاله پژوهشی

Open Access

اثر طول دورۀ مصرف کورکومین به همراه تمرینات HIIT بر تعادل آنتی‌اُکسیدانی عضلۀ اسکلتی، قلب و کبد رت‌های نر

علی گرزی[۱]، احمد رحمانی[۲*]، سمانه اکرادی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۳۰

چکیده

هدف: چالش اصلی ورزشکاران در اجرای تمرینات شدید، بروز فشار اکسایشی در بافت‌های مختلف است. از این رو، هدف پژوهش حاضر بررسی اثر مصرف مکمل کورکومین در طول هشت هفته و ۴۸ ساعت پایانی تمرین تناوبی شدید (HIIT) بر میزان فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز (GPX) و مالون‌دی‌آلدئید (MDA) عضلۀ اسکلتی، قلب و کبد موش‌های صحرایی نر ویستار بود. **روش شناسی:** در این پژوهش تجربی، تعداد ۴۲ سر موش صحرایی نر ویستار با سن هشت هفته پس از یک هفته آشناسازی، به شش گروه (کنترل، کورکومین، ۴۸ ساعت کورکومین، تناوبی، تناوبی+کورکومین و تناوبی+۴۸ساعت کورکومین)، تقسیم شدند. تمرین تناوبی شدید شامل هشت هفته و پنج جلسه در هفته دویدن روی نوارگردان مخصوص جوندگان بود. مکمل کورکومین به‌میزان ۳۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن به شکل داخل صفاقی (سه جلسه در هفته) یا (۴۸ ساعت پایانی، هر ۸ ساعت) تزریق شد. سطوح فعالیت GPX با روش الایزا و MDA با روش اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری شد. داده‌ها با تحلیل واریانس یک‌طرفه تحلیل شدند. **یافته‌ها:** فعالیت GPX عضلۀ اسکلتی، قلب و کبد گروه تناوبی در مقایسه با گروه کنترل به‌طور معناداری ($P<۰/۰۵$) کمتر و سطوح MDA در بافت قلب به‌طور معناداری ($P=۰/۰۰۱$) بالاتر بود. همچنین، میزان فعالیت GPX در عضلۀ اسکلتی ($P=۰/۰۰۱$)، قلب ($P =۰/۰۰۴$) و کبد ($P =۰/۰۲۹$) گروه تناوبی+کورکومین و همچنین قلب ($P =۰/۰۰۸$) تناوبی+۴۸ ساعت کورکومین به‌طور معناداری از گروه تناوبی بیشتر بود. علاوه‌براین، میزان سطوح MDA قلب در گروه‌های تناوبی+کورکومین ($P =۰/۰۰۱$) و تناوبی+۴۸ ساعت کورکومین ($P =۰/۰۰۱$) از گروه تناوبی کمتر بود. **نتیجه‌گیری:** با وجود پاسخ‌های اکسایشی متفاوت بافت‌ها به تمرینات HIIT، مصرف مکمل کورکومین در ۴۸ ساعت پایانی می‌تواند همانند مصرف آن در طول هشت هفته از اثرات فشار اکسایشی جلوگیری کند.

واژه‌های کلیدی: کورکومین، تمرین تناوبی پرشدت، آنتی‌اکسیدان‌ها.

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

۱. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

۲. دانشیار رفتار حرکتی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

(نویسنده مسئول):

a_rahmani@znu.ac.ir

۳. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

نحوه ارجاع: گرزی، علی. رحمانی، احمد. اکرادی، سمانه." اثر طول دورۀ مصرف کورکومین به همراه تمرینات HIIT بر تعادل آنتی‌اُکسیدانی عضلۀ اسکلتی، قلب و کبد رت‌های نر ". مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش. ۱۴۰۲: ۱۰ (۱)،۱۱۲-۱۲۶.

صاحب امتیاز و ناشر: دانشگاه شهید مدنی آذربایجان

شاپای الکترونیکی: ۲۶۷۶-۶۵۰۷

نوع دسترسی: آزاد

DOI: 10.22049/JAHSSP.2023.28083.1516

DOR: 20.1001.

Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

JAHSSP
http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2023.28083.1516

مقدمه

تمرینات شدید سبب کاهش وضعیت آنتی‌اکسیدانی و افزایش پراکسیداسیون لیپیدی در بافت‌های گوناگونی از جمله کبد، قلب و عضله اسکلتی می‌شود. عضله قلب به عنوان یک بافت اکسایشی و با فعالیت مداوم، یک از بافت‌های مستعد بروز آسیب‌های اکسایشی ناشی از گونه-های واکنش پذیر اکسیژن نظیر سوپراکسید، پراکسید و هیدروکسیل است (۱۱). به علاوه، کبد ارگان اصلی سوخت و ساز در بدن است. به همین دلیل، به طور غیر مستقیم توسط تولیدهای مضر سوخت و ساز تشکیل شده توسط بافته‌ها دیگر مانند قلب، عضله اسکلتی و کلیه از طریق گردش خون تحت تاثیر قرار می‌گیرد (۱۲). در طول فعالیت ورزشی شدید، افزایش ۱۰ تا ۱۵ برابری مصرف اکسیژن به‌ویژه در عضلات اسکلتی (حدود ۱۰۰ برابر) به افزایش تولید رادیکال‌های آزاد منجر می‌شود (۱۳). در شرایط طبیعی سوخت و ساز هوازی کبد با تولید ثابت پرواکسیدان‌هایی مانند ROS صورت می‌گیرد که تعادل را از راه مصرف آن‌ها با سرعت مشابهی توسط انتی اکسیدان‌ها برقرار می‌کند. با این حال، همه بافت‌ها به فعالیت ورزشی مشابه به یک میزان پاسخ نمی‌دهند. درواقع، سطح تولید ROS در سراسر بافت‌ها و سلول‌ها (حتی در حالت استراحت) متفاوت است. طی فعالیت بدنی، عضله اسکلتی، قلب و کبد به دلیل استفاده قابل ملاحظه از اکسیژن و نیز نقش آنها در فرآیندهای متابولیسم از اهمیت بسیار زیادی در تعادل آنتی‌اکسیدان بدن برخوردار هستند (۱۴). این نوع تعادل از طریق دستگاه دفاعی آنتی‌اُکسیدانی، علیه گونه‌های واکنش پذیر[۱] اکسیژن برقرار می‌شود. آنتی‌اکسیدان‌های بدن به دو شکل آنزیمی، شامل آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز[۲] (SOD)، کاتالاز[۳] (CAT) و گلوتاتیون پراکسیداز[۴] (GPX) و غیرآنزیمی که به‌طور عمده از طریق مواد غذایی به‌دست می-آیند، هستند (۱۵). GPX به عنوان آخرین خط دفاعی آنتی‌اُکسیدانی بدن مهمترین آنزیم آنتی‌اکسیدانی است که در حذف هیدروژن پراکسید[۵] (H_2O_2) دخیل است. حساسیت آنزیم کاتالاز و گلوتاتیون‌پراکسیداز به هیدروژن پراکسید و همچنین سوبسترای ویژه و موقعیت سلولی آنها با یکدیگر متفاوت است. کاتالاز به سطوح پایین هیدروژن پراکسید و گلوتاتیون پراکسیداز به غلظت بالای آن حساسیت بیشتری دارند. ورزش بعنوان یک شمشیر دولبه در تعادل آنتی‌اُکسیدانی بدن عمل می‌کند. به نظر می‌رسد که فعالیت ورزشی هوازی شدید گونه‌های واکنش‌پذیر اکسیژن و فشار اکسایشی را افزایش می‌دهد و فعالیت آنزیم‌های آنتی-اکسیدان را کاهش می‌دهد، که ممکن است به دلیل استفاده بیشتر ولی ناکافی از آن در برابر رادیکال‌های آزاد باشد (۱۶) . سوخت‌وساز بالا در طی فعالیت‌های ورزشی شدید موجب تولید مقادیر بالای گونه‌های واکنش‌پذیر اکسیژن می‌شود که حتی ممکن است میزان آن بیش از دستگاه آنتی-اکسیدانی ورزشکاران شده و موجب بروز خطرات اکسایشی جبران ناپذیر سلولی شود (۱۷). به‌دنبال مسابقات بسیار شدید و وامانده‌ساز و یا در هنگام وجود کمبودهای غذایی، تولید و تجمع بیش از حد رادیکال‌های آزاد و همچنین نارسائی بدن در جهت حذف آنها، باعث بر هم خوردن تعادل ردوکس به نفع ایجاد حالت‌های اکسایشی در بدن می‌شود (۱۸). در این حالت رادیکال‌های آزاد به‌عنوان عامل اکسیدان باعث اکسیداسیون ماکرومولکول‌های زیستی و آسیب و مرگ سلولی می‌شوند. این افزایش میزان تولید رادیکال‌های آزاد و اُفت ظرفیت دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن را فشار اکسایشی می‌نامند. بروز فشار اکسایشی می‌تواند به غشای فسفولیپیدی سلول آسیب زده و موجب پراکسیداسیون لیپیدهای غشای سلول و سخت شدن دیوارهٔ آنها شود و در عملکرد سلول اختلال ایجاد کرده و محیط لازم جهت تضعیف دستگاه‌های بدن، به‌خصوص دستگاه ایمنی فراهم می‌شود. مالون‌دی‌آلدئید[۶] (MDA) یکی از ترکیبات حاصل از پراکسیداسیون لیپید بوده (۱۹) و برای ارزیابی غیرمستقیم میزان پراکسیداسیون لیپید و فشار اکسایشی بدن، معمولاً محتوای MDA بافت هدف اندازه‌گیری می‌شود (۲۰). سوخت‌وساز بالا و متفاوت بافت‌ها در طی فعالیت ورزشی منجر به بروز این فرض می‌شود که فعالیت ورزشی سنگین موجب تولید سطوح بالا و متفاوت فشار اکسایشی در بافت‌های مختلف می‌شود. علاوه‌براین، ورزشکاران به دلیل شرایط خاص مسابقه و تحمل این شرایط، نیازمند دستگاه ضداکسایشی کارآمدتری نسبت به افراد عادی هستند. چرا که بدون آن، دستگاه تولید انرژی و ارگانیسم‌های هوازی بدن قادر نخواهند بود وظیفهٔ خود را به درستی انجام دهند. تمرینات تناوبی شدید به‌دلیل سازگاری‌های فیزیولوژیکی بالا و صرفهٔ زمانی در اجرای تمرین، از محبوبیت بالایی در بین ورزشکاران برخوردار است. با این حال، شدت بسیار بالای این نوع تمرینات نیازمند ملاحظات ویژه‌ای از جمله خطر بیش‌تمرینی است. یکی از راه‌کارها برای در نظر گرفتن این مسأله، توجه به تغذیه و مواد غذایی به‌ویژه مواد ضداکسایشی می‌باشد. مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی ممکن است از برخی آسیب‌های اکسایشی ناشی از فعالیت ورزشی محافظت کنند و عملکرد عضلات و اجرای جسمانی را بهبود بخشند. در این زمینه، آنتی‌اکسیدان‌های متعدد به بازار عرضه شده‌اند و استفاده از مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی در بین ورزشکاران و یا دیگر افراد فعال از نظر جسمانی بسیار معمول شده است که برخی از آنها بدلیل مصنوعی و یا شیمیایی بودن دارای عوارضی نیز هستند (۲۱). برخی از پژوهش‌ها حاکی است که افزودنی‌های طبیعی می‌توانند به‌عنوان آنتی-اکسیدان در بدن انسان عمل کنند. زردچوبه گیاهی از خانواده زنجبیل است

۱ - Reactive Oxygen Species
۲ - Superoxide Dismutase
۳ - Catalase
۴ - Glutathione Peroxidase
۵ - Hydrogen peroxide
۶- Malondialdehyde

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

که ریزوم آن به‌عنوان مفیدترین بخش گیاه برای مقاصد آشپزی و دارویی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۲). کورکومین جزء اصلی و زرد رنگ زردچوبه دارای طیف گسترده‌ای از واکنش‌های زیست‌شناختی است. کورکومین دارای اثرات زیستی ضدالتهابی، آنتی‌اکسیدانی، ضدسرطانی، آنتی-موتاژنیک، ضدانعقاد، ضدباروری، ضدباکتری، ضدقارچ، ضدتک‌یاختگی، ضدویروسی، ضدفیبروتیک، پادزهر عقرب، ضد زخم، کاهش فشار خون و کاهش کلسترول بوده (۲۳, ۲۴) و موجب فعال شدن رونویسی Nrf2 [۷] می‌شود؛ که این فاکتور آسیب ناشی از ROS را کاهش می‌دهد (۲۵). همچنین، ROS را زدوده و از تولید بیش از حد پراکسیدهای لیپیدی جلوگیری می‌کند (۲۶, ۲۷). در پژوهش‌های انجام شده، مکمل دهی کورکومین از ۲ روز تا ۴ هفته قبل از اجرای آزمون‌های تمرینی انجام شده است (۲۸). در این راستا، اثرات مصرف بلندمدت کورکومین نتایج متناقضی را نشان داده است. به عنوان نمونه گرزی و همکاران نشان دادند که ۸ هفته مکمل دهی کورکومین می‌تواند از تضعیف دستگاه آنتی‌اکسیدان در طول تمرین شدید، جلوگیری کرده و سطوح MDA را کاهش دهد (۲۹). در مقابل، در پژوهش سباستین و همکاران، شش هفته مکمل دهی کورکومین تغییری در غلظت آنتی‌اکسیدان‌ها و نشان‌گرهای فشار اکسایشی ایجاد نکرد (۳۰) از سوی دیگر، برخی از پژوهش‌ها نشان داده‌اند که فعالیت GPX با مصرف کورکومین ۴۸ ساعت قبل از مسابقات تکواندو افزایش یافته است (۳۱). با این حال، در مورد مقایسه تاثیر کوتاه مدت و بلند مدت کورکومین بر شاخص‌های اکسایشی و آنتی‌اکسیدان، گزارشی وجود ندارد. از این رو، این مطالعه در پی پاسخ به این سوال است که آیا مصرف مکمل کورکومین در طی ۴۸ ساعت قبل و در طول ۸ هفته فعالیت HIIT می‌تواند ظرفیت آنتی‌اکسیدانی قلب، کبد و عضلات اسکلتی موش‌های صحرایی نر نژاد ویستار را بهبود دهد؟

روش پژوهش

در این مطالعهٔ تجربی ۴۲ سر موش صحرایی نر نژاد ویستار با سن هشت هفته با میانگین وزنی ۱۷/۶۴±۲۲۶/۶۳ گرم از انستیتو پاستور ایران–کرج خریداری شد. در طی پژوهش حیوانات در قفسه‌های پلی‌کربنات با دمای محیط ۲±۲۲ درجهٔ سانتیگراد و چرخهٔ تاریکی روشنایی ۱۲:۱۲ ساعت و رطوبت ۵±۴۵ درصد نگه‌داری شدند. آب و مواد غذایی (رژیم پایهٔ استاندارد تهیّه شده از شرکت خوراک دام پارس تهران) به صورت دسترسی آزاد بود. پس از یک هفته آشناسازی با پروتکل تمرینی (۵ جلسه با سرعت ۱۰ متر بر دقیقه و مدت زمان ۵ دقیقه)، موش‌ها به‌صورت تصادفی و بر اساس وزنشان، به ۶ گروه: ۱. کنترل (n=۶)، ۲. کورکومین (n=۶)، ۳. ۴۸ ساعت کورکومین (n=۶)، ۴. تناوبی (n=۸)، ۵. تناوبی+کورکومین (n=۸) و ۶. تناوبی+۴۸ ساعت کورکومین (n=۸) تقسیم شدند. برنامهٔ هشت هفته-ای تمرین تناوبی شدید بر روی نوارگردان مخصوص جوندگان (ساخت شرکت پیشرو اندیشهٔ صنعت) در آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی حیوانی دانشگاه ... اجرا شد. تمرین تناوبی شدید در هفتهٔ اول شامل شش جلسه تمرین و سایر هفته‌ها پنج جلسه در هفته اجرا شد. برنامهٔ تمرینی در هفتهٔ اول شامل ۱۰ دوره (یک دقیقه‌ای) دویدن با سرعت ۳۰ الی ۴۵ متر در دقیقه بود. بین هر دوره، دو دقیقه استراحت فعال (با سرعت هشت متر در دقیقه) اجرا می‌شد. سرعت تمرین در سه هفتهٔ پایانی به ۷۵ الی ۸۵ متر در دقیقه به مدت یک دقیقه با هفت دوره و با استراحت سه الی چهار دقیقه بین هر دوره رسید (۳۲, ۳۳) (جدول ۱). حیوانات قبل از هر جلسه تمرین وزن‌کشی شدند و برای جلوگیری از بیش‌تمرینی و رعایت اصل اضافه بار نوسانی، یک هفته کاهش بار در هفتهٔ پنجم اعمال شد (۳۴). یعنی در طول هفته پنجم با کاهش تعداد روزهای تمرین از ۵ روز به ۳ روز و نیز افزایش زمان استراحت بین دوره‌ها، تلاش شد تا از عوارض بیش‌تمرینی پیشگیری شود. در هر جلسهٔ تمرینی، موش‌ها در ابتدای تمرین برای گرم کردن پنج دقیقه با سرعت ۱۰ متر بر دقیقه و در پایان تمرین برای سرد کردن پنج دقیقه با سرعت شش متر بر دقیقه می‌دویدند. گروه کنترل (شاهد) کلیهٔ شرایط گروه تجربی (تزریق، صدای تمرین و ...)، به استثنای دویدن بر روی نوارگردان جانوری را تجربه کردند.

برای تهیهٔ محلول کورکومین، ابتدا یک گرم از پودر کورکومین (شرکت مرک آلمان) با یک سی‌سی الکل خالص مخلوط شد. سپس، با استفاده از اتیل اولئات بعنوان حلال کورکومین (شرکت مرک آلمان) حجم آن به ۱۰۰ سی‌سی رسید. محلول کورکومین به میزان ۳۰ میلی‌گرم به‌ازای هر کیلوگرم از وزن بدن، سه روز در هفته و به‌مدت هشت هفته به گروه‌های کورکومین و تناوبی+کورکومین به‌صورت درون‌صفاقی تزریق شد (۷). علاوه‌براین، همین مقدار کورکومین در گروه‌های ۴۸ ساعت کورکومین و تناوبی شدید+۴۸ ساعت کورکومین، هر هشت ساعت در ۴۸ ساعت پایانی تمرین تزریق شد. برای از بین بردن اثرات تزریق و همچنین حلال اتیل اولئات، گروه‌های کنترل، تمرین تناوبی شدید، کنترل+۴۸ ساعت کورکومین و تناوبی شدید+۴۸ ساعت کورکومین در طی این دوران با اتیل‌اولئات+الکل (دارونما) هم‌اندازه با گروه‌های کورکومین‌دار تزریق شدند (۷).

پس از پایان دورهٔ تمرینی و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسهٔ تمرینی و ۱۲ ساعت ناشتایی، حیوانات با ترکیب زایلازین (سه تا پنج میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن) و کتامین (۳۰ تا ۵۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن) بی‌هوش شدند. سپس عضلهٔ دوقلو، قلب و کبد موش‌های صحرایی جدا شد. در زمان تشریح برای جلوگیری از تداخل اثر زمان

۷- Nuclear factor erythroid 2-related factor 2

Copyright ©The authors

تشریح (ریتم شبانه‌روزی هورمون‌ها)، موش‌ها به‌صورت متناوب از گروه-های مختلف تشریح شدند. پس از تشریح و نمونه‌برداری، نمونه‌های بافت عضله، قلب و کبد پس از شستشو با آب مقطر در ازت مایع فریز شده و در یخچال با دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. بافت‌ها پس از هموژن شدن با بافر فسفات سالین (Phosphate Saline Buffer)، به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شده و سوپرناتانت آن جهت اندازه‌گیری مورد استفاده قرار گرفت. فعالیت GPX بافت‌ها به وسیلهٔ کیت الایزای گلوتاتیون‌پراکسیداز ساخت کشور انگلستان (GPX Elisa Kit, Randox Rat- cat number RS 505) و سطوح MDA به‌وسیلهٔ روش اسپکتروفتومتری (جذب نوری در طول موج ۵۳۲ نانومتر، روش Thiobarbituric Acid, TBARS) مورد سنجش قرارگرفت (۳۵).

روش تجزیه و تحلیل آماری: از آزمون شاپیرو-ویلک برای کسب اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌ها و از روش تحلیل واریانس یک طرفه ANOVA و از آزمون تعقیبی توکی و آزمون تعقیبی گیمز- هاول (Games-Howell) برای مقایسهٔ گروه‌ها استفاده شد (نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۰). سطح معنی‌داری $p<0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در طول اجرای پروتکل، وزن کلیه گروه‌ها افزایش پیدا کرد. گروه کنترل+ ۴۸ ساعت کورکومین، با میزان ۳۵ درصد و گروه‌های تناوبی+ ۴۸ ساعت کورکومین و کورکومین، با میزان ۲۳ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین افزایش وزن را نشان دادند (جدول ۲).

همانطور که شکل (۱) نشان می‌دهد، پس از هشت هفته تمرین تناوبی، تفاوت معنی‌داری در میزان فعالیت آنزیم GPX عضلهٔ اسکلتی گروه‌های پژوهشی وجود دارد ($F_{(۵، ۳۵)}$=۵/۲۲، P= ۰/۰۰۱). یافته‌های آزمون تعقیبی حاکی از آن است که میزان فعالیت آنزیم GPX عضلهٔ اسکلتی در گروه تناوبی (۰/۰۹۲ ± ۰/۶۳۶) نسبت به گروه کنترل (۰/۰۵ ± ۰/۸۰۱) به طور معناداری کمتر بود (P=۰/۰۰۱). از طرفی دیگر، تمرین تناوبی زمانی‌که با مصرف کورکومین همراه بود (۰/۰۷۶ ± ۰/۸۲۳) در مقایسه با گروه کنترل تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (P=۰/۹۹۸). همچنین، مشاهده می‌شود که مصرف مکمل کورکومین در گروه تناوبی موجب افزایش معنی‌دار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نسبت به گروه تناوبی شده است (P=۰/۰۰۱). به‌علاوه، مصرف کورکومین در۴۸ ساعت پایانی تمرین تناوبی شدید (۰/۰۴۷ ± ۰/۷۴۳) در مقایسه با گروه کنترل (P=۰/۹۹۵)، و تناوبی+کورکومین (P=۰/۴۹) تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (شکل ۱- الف).

به‌علاوه، در سطوح MDA عضله اسکلتی، تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های پژوهش مشاهده نشد ($F_{(۵، ۳۵)}$ = ۱/۲۹۹، P=۰/۲۸۷) (شکل ۱-ب).

مطابق شکل(۲) ، پس از هشت هفته تمرین تناوبی، تفاوت معنی‌داری در میزان فعالیت آنزیم GPX قلب گروه‌های پژوهشی وجود دارد (۰/۰۰۱ > P، $F_{(۵، ۳۵)}$= ۵/۹۷). یافته‌های آزمون تعقیبی توکی حاکی از آن است که میزان فعالیت آنزیم GPX قلب گروه تناوبی (۱/۱۱±۱۴/۱۸) نسبت به گروه کنترل (۰/۸۳ ± ۱۹/۱۴) به طور معناداری کمتر بود (P=۰/۰۰۱). از طرفی دیگر، تمرین تناوبی زمانی که با مصرف کورکومین همراه بود (۰/۷۱ ± ۱۷/۸۸) در مقایسه با گروه کنترل تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (P=۰/۱۲۷). همچنین، مشاهده می‌شود که مصرف مکمل کورکومین در گروه تناوبی موجب افزایش معنی‌دار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نسبت به گروه تناوبی شده است (P=۰/۰۰۴). ازطرفی‌دیگر، مصرف کورکومین در ۴۸ ساعت پایانی تمرین تناوبی شدید (۰/۲۹ ± ۱۷/۵۱) در مقایسه با گروه کنترل (P=۰/۲) و گروه تناوبی+کورکومین (P=۱/۰۰۰) تفاوت معناداری را نشان نداد. همچنین، مشاهده می‌شود که GPX گروه تناوبی+۴۸ساعت کورکومین نسبت به گروه تناوبی به‌طور معنی‌داری بیشتر است (P=۰/۰۰۸) (شکل ۱- الف).

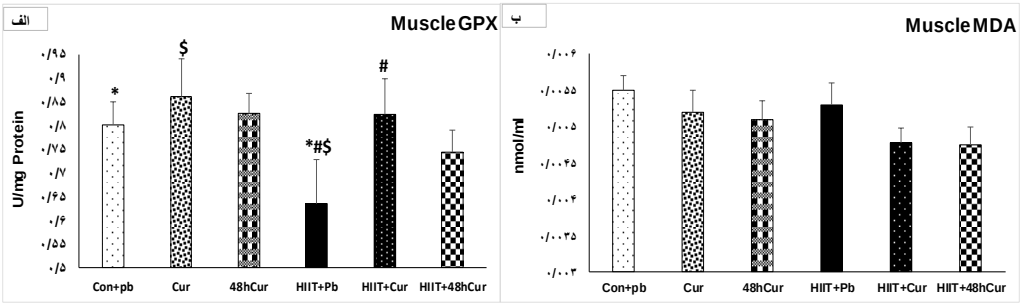
در موضوع فشار اُکسایشی، همان‌طورکه شکل (۲- ب) نشان می‌دهد، پس از هشت هفته تمرین تناوبی تفاوت معنی‌داری در سطوح MDA قلب مشاهده شد ($F_{(۵، ۳۳)}$ = ۴/۷۶۷، P = ۰/۰۰۲). یافته‌های آزمون تعقیبی گیمز-هاول حاکی از آن است که سطوح MDA قلب گروه تناوبی (۰/۰۰۲ ± ۰/۰۶۵) نسبت به گروه کنترل (۰/۰۰۱ ± ۰/۰۴۹) به‌طور معنی‌داری بالاتر است (P=۰/۰۰۱). ازطرف‌دیگر، زمانی که تمرین تناوبی با مصرف کورکومین همراه بود (۰/۰۰۲ ± ۰/۰۴۶) ، در مقایسه با گروه کنترل تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (P=۰/۹۷۴). همچنین، مشاهده می‌شود که سطوح MDA در گروه تناوبی+کورکومین نسبت به گروه تناوبی به‌طور معنی‌داری پایین‌تر است (P=۰/۰۰۱). ازطرف‌دیگر، مصرف کورکومین در ۴۸ ساعت پایانی تمرین تناوبی شدید (۰/۰۰۳ ± ۰/۰۵۰۶) در مقایسه با گروه کنترل (P=۰/۹۲۶) و گروه تناوبی+کورکومین (P=۰/۸۹۹) تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. همچنین، مشاهده می‌شود که MDA گروه تناوبی+۴۸ساعت کورکومین نسبت به گروه تناوبی به‌طور معنی‌داری بیشتر است (P=۰/۰۰۱).

پس از هشت هفته تمرین تناوبی (شکل ۳)، در میزان فعالیت آنزیم GPX کبد گروه‌های پژوهشی تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (P =۰/۰۰۱و $F_{(۵، ۳۵)}$=۱۴/۰۰۹). یافته‌های آزمون تعقیبی گیمز-هاول حاکی از آن است که میزان فعالیت آنزیم GPX کبد در گروه تناوبی (۲۵/۶۶±۲۸/۱) نسبت به گروه نسبت به گروه کنترل (۱/۹۶ ± ۳۲/۴۷) به طور معناداری کمتر

Copyright ©The authors

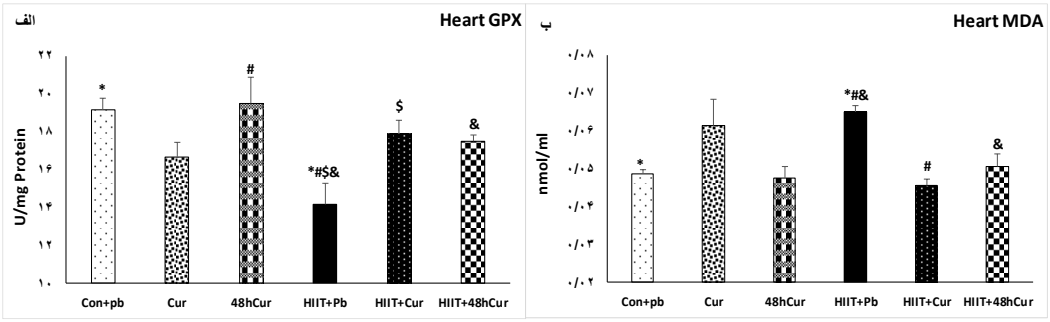
JAHSSP
http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2023.28083.1516

بود (P=۰/۰۲۳). از طرفی دیگر، تمرین تناوبی زمانی که با مصرف کورکومین همراه بود (۳/۴۸±۳۲/۲۱)، در مقایسه با گروه کنترل تفاوت معناداری را نشان نداد (P=۱/۰۰۰). همچنین مشاهده می‌شود که مصرف مکمل کورکومین در گروه تناوبی موجب افزایش معنی‌دار ظرفیت آنتی-اکسیدانی نسبت به گروه تناوبی+دارونما شده است (P=۰/۰۲۹). ازطرف‌دیگر، مصرف کورکومین ۴۸ ساعت پایانی تمرین تناوبی شدید (۱/۳۹ ± ۳۰/۴۴) در مقایسه با گروه کنترل (P=۰/۳۴۶) و گروه تناوبی+کورکومین (P=۰/۹۹۴) تفاوت معناداری را نشان نداد. با این حال، مشاهده می‌شود که GPX گروه تناوبی+۴۸ ساعت کورکومین نسبت به گروه تناوبی به‌طور غیرمعنی‌داری بیشتر است (P=۰/۱۹۲) (شکل ۳- الف). همچنین، سطوح MDA کبد، تفاوت معنی‌داری را بین گروه‌های پژوهش نشان نداد (P=۰/۷۸۹، ۰/۹۰۹ = $F_{(۵ ،۳۲)}$) (شکل ۳- ب).



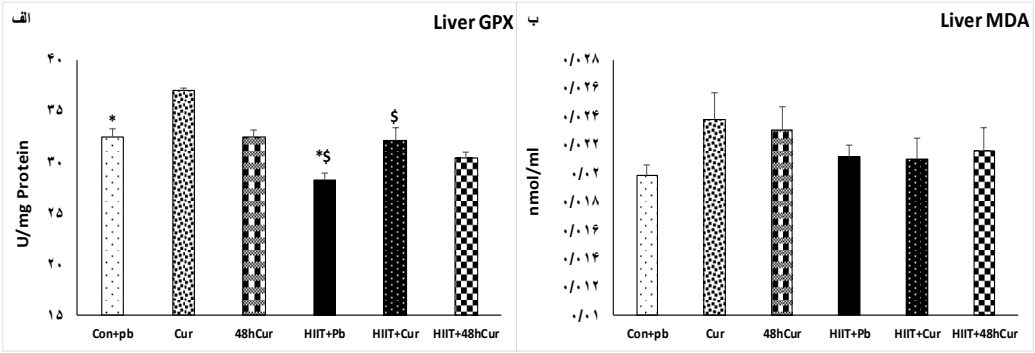
شکل۱. فعالیت آنزیم GPX و سطوح MDA بافت عضلهٔ اسکلتی پس از هشت هفته تمرین تناوبی شدید و مصرف مکمل کورکومین

* تفاوت معنادار بین گروه کنترل-دارونما و تناوبی-دارونما P=۰/۰۰۱ ؛ # تفاوت معنادار بین گروه تناوبی-کورکومین و تناوبی-دارونما P=۰/۰۰۱



شکل۲. فعالیت آنزیم GPX و سطوح MDA بافت قلب پس از هشت هفته تمرین تناوبی شدید و مصرف مکمل کورکومین

* تفاوت معنادار بین گروه کنترل-دارونما و تناوبی-دارونما P=۰/۰۰۱ ؛ # تفاوت معنادار بین گروه تناوبی-کورکومین و تناوبی-دارونما P<۰/۰۱؛
$ تفاوت معنادار بین گروه تناوبی+کورکومین و تناوبی+دارونما؛ & تفاوت معنادار بین گروه تناوبی+ ۴۸ ساعت کورکومین و تناوبی+دارونما P<۰/۰۱



شکل۳. فعالیت آنزیم GPX و سطوح MDA بافت کبد پس از هشت هفته تمرین تناوبی شدید و مصرف مکمل کورکومین

* تفاوت معنادار بین گروه کنترل و تناوبی+دارونما P<۰/۰۵؛ $ تفاوت معنادار بین گروه تناوبی+کورکومین و تناوبی+دارونما P<۰/۰۵؛

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

جدول۱. برنامهٔ تمرین تناوبی شدت بالا

هفته‌های تمرینی	۱	۲	۳	٤	٦	٥	۷	۸
سرعت نوارگردان (متر/دقیقه)	۳۰-۴۵	۴۵-۵۵	۵۵-۶۵	۶۵-۷۰	۷۵-۸۵	۵۰	۷۵-۸۵	۷۵-۸۵
زمان دوره‌ها (دقیقه)	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
زمان استراحت (دقیقه)	۲	۲	۲	۳	۴	۵	۳	۳
تعداد تکرار (در هر جلسه)	۱۰	۱۰	۱۰	۶	۷	۵	۷	۷
تعداد روزها در هفته	۶	۵	۵	۵	۵	۳	۵	۵

جدول ۲. وزن موش‌های صحرایی پیش و پس از تمرینات و تغییرات وزن (برحسب گرم و درصد) در طی هشت هفته

ردیف	گروه	تعداد	وزن اولیه (گرم)	وزن نهایی (گرم)	تغییرات وزن در طول ۸ هفته (گرم)	درصد تغییرات وزن بدن
۱	کنترل+دارونما	۶	۲۲۶/۰۰±۲۸/۱۴	۳۰۲/۵۰±۱۵/۳۴	۷۶/۵	۳۳ درصد
۲	کنترل+کورکومین	۶	۲۲۱/۵۰±۱۴/۴۷	۲۷۳/۰۰±۷/۹۲	۵۱/۵	۲۳ درصد
۳	کنترل+۴۸ساعت کورکومین	۶	۲۲۸/۵۰±۲۳/۶۷	۳۰۸/۳۳±۳۱/۵۷	۷۹/۸۳	۳۵ درصد
٤	تناوبی+دارونما	۸	۲۲۵/۸۰±۱۱/۹۰	۲۹۳/۶۷±۳۳/۵۴	۶۷/۸۷	۳۰ درصد
٥	تناوبی+کورکومین	۸	۲۲۶/۷۰±۲۱/۳۹	۲۸۱/۹۰±۲۱/۵۶	۵۵/۲	۲۴ درصد
٦	تناوبی+۴۸ ساعت کورکومین	۸	۲۲۵/۳۰±۱۳/۲۵	۲۷۹/۱۱±۱۷/۸۱	۵۳/۸۱	۲۳ درصد
۷	مجموع	۴۲	۲۲۶/۶۳±۱۷/۶۴	۲۸۸/۵۶±۲۳/۹۳	۶۱/۹۳	۲۷ درصد

بحث

در مطالعهٔ حاضر، فعالیت گلوتاتیون‌پراکسیداز عضلهٔ اسکلتی، قلب و کبد در گروه تناوبی در مقایسه با گروه کنترل کاهش معنادار و میزان مالون-دی‌آلدئید بافت قلب افزایش معناداری داشت؛ درحالیکه میزان مالون-دی‌آلدئید بافت عضلهٔ اسکلتی و کبد تفاوت معناداری نداشت. این یافته-ها نشان می‌دهد که تمرینات تناوبی شدید موجب کاهش کارایی دستگاه آنتی‌اکسیدانی قلب می‌شوند و میزان تولید رادیکال‌های آزاد به‌دلیل مصرف زیاد اکسیژن نسبت به حالت استراحت، افزایش پیدا می‌کند. مطالعهٔ حاضر با نتایج مطالعهٔ پینهو و همکاران همسو است. در مطالعه آن‌ها بیان ژن گلوتاتیون پراکسیداز تغییر معناداری نداشت؛ در حالیکه سطوح آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز کاهش و پراکسیداسیون لیپید بطن چپ قلب افزایش یافت (۳۶). در مقابل، یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج مطالعهٔ اژدری و همکاران، فتاحی بافقی و همکاران و صمدی و همکاران که افزایش معنی‌دار گلوتاتیون پراکسیداز در قلب موش‌های صحرایی نر ویستار گزارش کردند (۳۷-۳۹)، ناهمسو است. افزایش میزان سطوح مالون‌دی‌آلدهید در گروه تمرینی با مطالعهٔ گُرزی و همکاران (۱۴) و سونگستند و همکاران (۲۰۱۵) (۴۰) همسو است. عضلهٔ قلب به عنوان یک بافت اکسایشی و با فعالیت مداوم، از جمله بافت‌های مستعد بروز آسیب‌های اکسایشی ناشی از گونه‌های اکسیژن واکنش‌پذیر نظیر سوپراکسید، پراکسید و هیدروکسیل است (۴۱) (۴۲). به هنگام افزایش شدت فعالیت ورزشی و افزایش فعالیت عضلهٔ قلب، درصد خون دریافتی قلب افزایش می‌یابد. در این راستا، فرآیند کاهش جریان خون موضعی و سپس افزایش مجدد گردش جریان خون بافتی، که در جریان تمرینات تناوبی به دفعات روی می‌دهد، تولید انواع اکسیژن‌های فعال شده را افزایش می‌دهد. به‌علاوه، نتایج مطالعهٔ حاضر با نتایج مطالعهٔ گُرزی و همکاران (۱۴) و سونگستند و همکاران (۲۰۱۵) (۴۰) که سطوح GPX و MDA بافت کبد را به‌ترتیب به‌دنبال هشت

Copyright ©The authors

هفته تمرین استقامتی و شش هفته تمرین تناوبی گزارش کرده‌اند با نتایج کاهش سطوح GPX همسو و افزایش MDA ناهمسو است. علاوه‌براین، امامی و همکاران افزایش سطوح GPX و کاهش میزان سطوح MDA را در بافت کبد به دنبال هشت هفته تمرینات تناوبی گزارش کرده‌اند (۴۳). از دلایل اصلی ناهمسویی می‌تواند تفاوت در شدت و یا نوع فعالیت ورزشی در این مطالعات باشد. به نظر می‌رسد ارتباط نزدیکی بین تولید گونه‌های اکسیژن واکنش‌پذیر و شدت ورزش وجود دارد (۷)؛ شدت تمرینات در نحوهٔ پاسخ ها و سازگاری‌های بدن به تمرینات ورزشی یک عامل تعیین کننده بوده و سرعت ۳۰ متر بر دقیقه در موش های صحرایی نر جوان می‌تواند یک سرعت بحرانی[1] در تعیین این پاسخ‌ها و سازگاری‌ها باشد (۴۴). کبد فعالیت متابولیکی بالایی دارد که به طور طبیعی بر سرعت جریان اکسیژن وابسته است و جریان خون در طول تمرین به طور معنی‌داری کاهش پیدا می‌کند. به طور کلی بالاترین میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در بافت کبد دیده شده است(45). علاوه بر این، گروسارد و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که ۱۰ هفته تمرین تناوبی با سرعت بالا منجر به افزایش میزان آنزیم GPX در عضلهٔ دوقلو می‌شود (۴۶). در مطالعه‌ای پیمنتا و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و GPX عضلهٔ دوقلوی موش‌های ماده طی هشت هفته تمرینات تناوبی تغییر معنی‌داری پیدا نکرد (۴۷). کانینگهام و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که ۱۲ هفته برنامهٔ تمرینی تناوبی شدید منجر به کاهش سطوح مالون‌دی‌آلدئید در عضلهٔ باز کنندهٔ طویل انگشتان پا می‌شود (۴۸) که با مطالعهٔ حاضر ناهمسو است. نوع تار عضلانی، تعداد جلسات تمرین در هفته و شدت فعالیت از دلایل ناهمسویی است. به‌علاوه، تمرینات آن‌ها تأثیری بر میزان مالون‌دی-آلدئید عضلهٔ نعلی نداشت (۴۸) که با نتایج پژوهش حاضر همسو است. علاوه‌براین، در پژوهش حاضر، عدم تغییر در میزان مالون‌دی‌آلدئید بافت کبد و عضلهٔ دوقلو ۴۸ ساعت پس از پایان آخرین جلسهٔ تمرینی، الزاماً نشان‌دهندهٔ عدم افزایش سطوح مالون‌دی‌آلدئید در این بافت‌ها نیست (۴۹)؛ زیرا برخلاف لیپیدها، آلدئیدهای مشتق از آن‌ها، محلول در آب هستند که این خاصیت باعث می‌شود این ترکیبات بتوانند از محل تولید به سایر مکان‌های سلول انتشار یابند و حتی آسیب را به خارج از سلول دست نخورده منتقل کنند (۳۵).

نتایج این مطالعه نشان داد که پاسخ اکسایشی بافت‌های مختلف به فعالیت ورزشی مشابه، ممکن است متفاوت باشد. سوخت‌وساز پایهٔ قلب حدود ۱۰۰ برابر کبد است. این موضوع حساسیت قلب در برابر تمرینات تناوبی شدت بالا و لزوم به‌کارگیری دقت در ارائه برنامه‌های تمرینی افراد با شرایط خاص را گوشزد می‌کند. به عقیدهٔ پژوهشگران، وجود این تأثیرات متفاوت تمرینی ممکن است ناشی از وجود جایگاه‌های سلولی ویژه (جایی که اقسام اکسیژن واکنشی تولید می‌شود) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پایهٔ متفاوت بافت‌های مختلف باشد (۹). عضلهٔ اسکلتی کمترین مقدار آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را دارد و حمل اکسیژن به این بافت حین تمرین شدید ممکن است تا ۱۰۰ برابر افزایش یابد.

سایر یافته‌ها نشان داد که فعالیت آنزیم GPX قلب، کبد و عضلهٔ اسکلتی در گروه‌های تناوبی+کورکومین با گروه کنترل اختلاف معنی-داری ندارد. این نتایج نشان می‌دهد که مصرف مکمل کورکومین در طول دورهٔ تمرین تناوبی می‌تواند فشار اکسایشی ناشی از تمرین تناوبی در بافت قلب، کبد و عضلهٔ اسکلتی را کاهش دهد. علاوه‌براین، مصرف مکمل کورکومین در طول تمرین تناوبی قادر به کاهش فشار اکسایشی ناشی از تمرین در بافت قلب می‌شود. نتایج به‌دست‌آمده در این زمینه با نتایج پژوهش گرزی و اسدی همسوست. آن‌ها گزارش کردند که هشت هفته تمرین استقامتی شدید موجب کاهش سطوح آنزیم آنتی-اکسیدانی SOD و افزایش MDA معدهٔ موش‌های صحرایی نر ویستار می‌شود و مصرف مکمل کورکومین موجب کاهش فشار اکسایشی و افزایش سطوح آنزیم آنتی‌اکسیدانی می‌شود (۵۰). در پژوهشی دیگر، دبیدی روشن و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که مصرف مکمل کورکومین باعث کاهش MDA می‌شود (۵۱). این پژوهشگران اثر آنتی‌اکسیدانی مکمل کورکومین در بافت قلب (۵۲) (۵۳) را نیز گزارش کرده‌اند. به طور مشابه، توفیقی و همکاران گزارش کردند که تمرین استقامتی شدید به مدت هشت هفته فعالیت آنزیم SOD در بافت کلیه را کاهش و نیز سطوح آنزیم MDA را افزایش می‌دهد؛ در حالیکه مکمل کورکومین وترکیب آن با تمرین مقاومتی سبک می‌تواند از کاهش فعالیت آنزیم SOD و افزایش سطوح MDA جلوگیری نماید (۵۴). علاوه‌بر این؛ امامی و همکاران کاهش در سطوح MDA و افزایش در سطوح GPX بافت کبد را در گروه مکمل کورکومین و گروه کورکومین+تمرین تناوبی را گزارش کرده‌اند (۴۳). با این حال، استیون و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کرده‌اند که مصرف مکمل کورکومین (۱/۵ گرم در طول روز) به دنبال پروتکل آسیب‌رسان به عضله، هیچ تغییر معناداری در سطوح MDA و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام ایجاد نمی‌کند (۵۵).

با مقایسهٔ داده‌های مربوط به فعالیت آنزیم GPX و مالون‌دی‌آلدهید قلب در گروه‌های تناوبی+۴۸ ساعت کورکومین با گروه کنترل تفاوت معناداری مشاهده نشد؛ که نشان می‌دهد مصرف مکمل کورکومین در ۴۸ ساعت پایانی تمرین تناوبی نیز می‌تواند سطوح آنزیم آنتی‌اکسیدانی را افزایش و فشار اکسایشی ناشی از تمرین تناوبی را در بافت قلب کاهش دهد؛ که با نتایج گُرزی و همکاران (۲۰۲۰) که گزارش کردند مصرف مکمل کورکومین در طی هشت هفته تمرین و حتی ۴۸ ساعت پایانی تمرینات استقامتی شدید، می‌تواند در بافت‌های کبد و قلب از اثرهای فشار اکسایشی جلوگیری کند و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را تقویت کند، همسو است (۱۴). پژوهشگران گزارش کردند که مصرف میان-مدت از ۴۸ ساعت پیش از مسابقات یک روزهٔ تکواندو تا شروع مسابقات (در مجموع ۱۴۰ میلی‌گرم) و مصرف کوتاه‌مدت در فواصل بین مسابقات (در مجموع ۷۰ میلی‌گرم) به ترتیب سبب کاهش ۱۶ درصدی

1. Critical Velocity

Copyright ©The authors

و ۱۰ درصدی سطوح مالون‌دی‌آلدئید تکواندوکاران نوجوان نسبت به گروه دارونما شد. علاوه‌بر این، مصرف میان‌مدت کورکومین موجب افزایش معنی‌دار سطوح آنزیم GPX شد (۳۱) که با نتایج حاصل از پژوهش حاضر همسو است. نکتهٔ قابل توجه در پژوهش حاضر این بود که مصرف کورکومین در موشهای صحرایی تمرین نکرده منجر به تضعیف تعادل آنتی‌اُکسیدانی در مقایسه با گروه کنترل، بویژه در بافت قلب شد. این موضوع در پژوهش گُرزی و همکاران نیز گزارش شده است (۷). افزایش کمتر وزن بدن گروه مصرف کننده کورکومین بدون تمرین (۲۳ درصد) در مقایسه با گروه کنترل (۳۳ درصد) از این یافته حمایت می‌کند، چرا که تعادل آنتی‌اُکسیدانی ارتباط مثبت بالایی با افزایش وزن موش های صحرایی دارد (۵۶). از این رو، به نظر می‌رسد استفاده مداوم از کورکومین در افرادی که تمرینات ورزشی سنگین انجام نمی دهند، نتواند همانند ورزشکاران اثرات مفیدی را در پی داشته باشد.

کورکومین با در اختیار گذاشتن اتم هیدروژن و به دام اندازی و پایدار کردن انواع رادیکال‌های آزاد نظیر رادیکال‌های پراکسید می‌تواند از گسترش اکسیداسیون جلوگیری نماید. همچنین کورکومین با کمپلکس نمودن برخی از فلزات داخل سلولی مانند آهن و مس که نقش اکسایشی در داخل سلول دارند می‌تواند نقش آنتی‌اکسیدانی خود را ایفا کند و با حذف مستقیم رادیکال‌های آزاد فعالیت آنزیم داخل سلولی گلوتاتیون پراکسیداز را افزایش دهد (۵۷). احتمالاً افزایش میزان گلوتاتیون پراکسیداز در بافت‌ها به دو طریق صورت گرفته است، که اولین راه افزایش بیان ژن آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز بافت کبد می‌باشد. کورکومین احتمالاً از این طریق به افزایش ساخت این آنزیم در اریتروسیت‌ها به عنوان منشاء اصلی این آنزیم کمک می‌کند. احتمال دوم این است که کورکومین قادر است به‌طور مستقیم یون‌های سوپراکسید، رادیکال هیدروکسیل، آب اکسیژنه و غیره را زباله‌روبی کرده و با انجام واکنش با آنها، این ذرات را به ذراتی کم‌خطر تبدیل می‌کند (۵۷). با توجه به اثرات بارزتر مصرف کورکومین در بهبود تعادل آنتی‌اُکسیدانی در قلب در مقایسه با عضلات اسکلتی و کبد در پژوهش حاضر، به نظر می رسد سازوکار این اثرگذاری بیشتر، استفاده بیشتر قلب از اکسیژن، حتی در فواصل استراحتی بین تکرارهای تمرین و در نتیجه تولید بیشتر رادیکال‌های آزاد در این بافت در مقایسه با دو بافت دیگر باشد.

نتیجه‌گیری

تمرینات تناوبی شدید موجب بر هم خوردن تعادل آنتی اکسیدانتی و ایجاد فشار اکسایشی در بدن می‌شوند. میزان فشار ایجاد شده بر حسب نوع بافت متفاوت است. بر اساس یافته‌های این پژوهش، نظر به این که ورزشکاران ناگزیر از اجرای تمرینات تناوبی شدید هستند، استفاده از مکمل کورکومین در طول دورهٔ تمرینی و حتی در ۴۸ ساعت پایانی دورهٔ تمرینی می‌تواند به عنوان یک راهکار عملی در کنار اجرای تمرینات پرشدت تناوبی برای حفظ تعادل آنتی‌اُکسیدانی عضلات، کبد و بویژه قلب باشد.

تشکر و قدردانی

مراتب سپاس و قدردانی خویش را از کلیه افرادی که در اجرای این پژوهش همکاری داشتند، ابراز می‌داریم.

تضاد منافع

نویسندگان این مقاله، هیچ نفع متقابلی از انتشار آن ندارند.

Copyright ©The authors

Refrence

1. Ascensão A, Ferreira R, Magalhães JJIjoc. Exercise-induced cardioprotection—biochemical, morphological and functional evidence in whole tissue and isolated mitochondria. 2007;117(1):16-30.
2. Ji LLJPotSfeB, Medicine. Antioxidants and oxidative stress in exercise. 1999;222(3):283-92.
3. Banerjee AK, Mandal A, Chanda D, Chakraborti SJM, biochemistry c. Oxidant, antioxidant and physical exercise. 2003;253(1):307-12.
4. Gorzi A, Ekradi SJSP. The effect of intake duration of curcumin supplementation during strenuous endurance training on GPX activity and MDA levels of liver, heart and skeletal muscle in male Wistar rats. 2020;12(46):139-56.
5. Filaire E, Rouveix M, Massart A, Gladine C, Davicco MJ, Durand D. Lipid peroxidation and antioxidant status in rat: effect of food restriction and wheel running. European journal of applied physiology. 2009;107(2):243-50.
6. Antunes F, Han D, Cadenas E. Relative contributions of heart mitochondria glutathione peroxidase and catalase to H(2)O(2) detoxification in in vivo conditions. Free Radic Biol Med. 2002;33(9):1260-7.
7. Atalay M, Lappalainen J, Sen CK. Dietary antioxidants for the athlete. Current sports medicine reports. 2006;5(4):182-6.
8. Adams AK, Best TM. The role of antioxidants in exercise and disease prevention. The physician and sportsmedicine. 2002;30(5):37-44.
9. Gharakhanlou R, Afzalpour ME, Gaeini AA, Rahnama N. Effects of aerobic exercises on the serum paraoxonase 1/arylesterase activity and lipid profile in non-active healthy men. International Journal of Sports Science and Engineering. 2007;1:105-12.
10. de Zwart LL, Meerman JH, Commandeur JN, Vermeulen NP. Biomarkers of free radical damage: applications in experimental animals and in humans. Free Radical Biology and Medicine. 1999;26(1-2):202-26.
11. Ericson-Neilsen W, Kaye ADJOJ. Steroids: pharmacology, complications, and practice delivery issues. 2014;14(2):203-7.
12. Liu Z-C, Yang Z-X, Zhou J-S, Zhang H-T, Huang Q-K, Dang L-L, et al. Curcumin regulates hepatoma cell proliferation and apoptosis through the Notch signaling pathway. 2014;7(3):714.
13. Prasad S, Tyagi AK, Aggarwal BBJCr, Association tojoKC. Recent developments in delivery, bioavailability, absorption and metabolism of curcumin: the golden pigment from golden spice. 2014;46(1):2-18.
14. Modasiya M, Patel VJIJPLS. Studies on solubility of curcumin. 2012;3(3):1490-7.
15. Wei Y, Gong J, Yoshida T, Eberhart CG, Xu Z, Kombairaju P, et al. Nrf2 has a protective role against neuronal and capillary degeneration in retinal ischemia–reperfusion injury. 2011;51(1):216-24.
16. Priyadarsini KI, Maity DK, Naik G, Kumar MS, Unnikrishnan M, Satav J, et al. Role of phenolic OH and methylene hydrogen on the free radical reactions and antioxidant activity of curcumin. 2003;35(5):475-84.
17. Gupta SC, Patchva S, Koh W, Aggarwal BBJC, pharmacology e, physiology. Discovery of curcumin, a component of golden spice, and its miraculous biological activities. 2012;39(3):283-99.
18. Suhett LG, de Miranda Monteiro Santos R, Silveira BKS, Leal ACG, de Brito ADM, de Novaes JF, et al. Effects of curcumin supplementation on sport and physical exercise: a systematic review. 2021;61(6):946-58.
19. Gorzi A, Hosseini FJJoE, Talk OC. Muscle and serum antioxidant cross talk following curcumin and light resistance training during strenuous endurance training in male Wistar rats. 2021;1(2):86-92.
20. Bańkowski S, Petr M, Rozpara M, Sadowska-Krępa EJRR. Effect of 6-week curcumin supplementation on aerobic capacity, antioxidant status and sirtuin 3 level in middle-aged amateur long-distance runners. 2022;27(1):186-92.
21. Gorzi A, Kazemzadeh Y, Ahmadi PJSP. The effect of length of curcumin supplementation on antioxidant capacity of adolescent taekwondo players. 2016;8(29):131-44.
22. Gorzi A, Rahmani A, Mohammadi Z, Neto WKJMBR. Effects of different lengths of high-intensity interval training microcycles on the systemic and hippocampal inflammatory state and antioxidant balance of immature rats. 2021:1-9.
23. Gorzi A, Jamshidi F, Rahmani A, Neto WKJMBR. Muscle gene expression of CGRP-α, CGRP receptor, nAchR-β, and GDNF in response to different endurance training protocols of Wistar rats. 2020;47(7):5305-14.
24. Gorzi A, Taherkhani L, Rahmani AJSJoKUoMS. Effect of folate supplementation during 10 weeks of HIIT on serum levels of ghrelin and leptin in male wistar rats. 2017;22(5):13-21.
25. Gorzi A, Asadi M, Voltarelli F, Shamsi MMJCEP. Effects of curcumin on antioxidant capacity and gastric mucosal injury following

Copyright ©The authors

36. Kayatekin B, Gönenç S, Açikgöz O, Uysal N, Dayi A. Effects of sprint exercise on oxidative stress in skeletal muscle and liver. European journal of applied physiology. 2002;87(2):141-4.
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. Pimenta M, Bringhenti I, Souza-Mello V, dos Santos Mendes IK, Aguila MB, Mandarim-de-Lacerda CA. High-intensity interval training beneficial effects on body mass, blood pressure, and oxidative stress in diet-induced obesity in ovariectomized mice. Life sciences. 2015;139:75-82.
39. Cunningham P, Geary M, Harper R, Pendleton A, Stover S. high intensity sprint training reduces lipid peroxidation in fast-twitch skeletal muscle. Journal of Exercise Physiology Online. 2005;8(6).
40. Radak Z, Chung HY, Goto S. Systemic adaptation to oxidative challenge induced by regular exercise. Free Radical Biology and Medicine. 2008;44(2):153-9.
41. Afzalpour M, Gharakhanlou R, Gaeini A, MOHEBI H, Hedayati S. The effects of vigorous and moderate aerobic exercise on the serum arylesterase activity and total antioxidant capacity in non-active healthy men. 2006.
42. Gorzi A, Asadi M. Useful Effects of Curcumin Supplementation on Gastric Superoxide Dismutase Activity and Serum Malondialdehyde Level During Endurance Training in Male Wistar Rats. Zahedan Journal of Research in Medical Sciences. 2020;22(2).
43. Dabidi RV, Hosseinzadeh S, Mahjoub S, Hosseinzadeh M, Myers JJBos. Endurance exercise training and diferuloyl methane supplement: changes in neurotrophic factor and oxidative stress induced by lead in rat brain. 2013;30(1):41.
44. Roshan VD, Assali M, Moghaddam AH, Hosseinzadeh M, Myers J. Exercise Training and Antioxidants Effects on Rat Heart Tissue Exposed to Lead Acetate. International journal of toxicology. 2011;30(2):190-6.
45. Roshan VD, Rahimi M, Shirinbayan V, Mahjoub S, Hosseinzadeh M. Protective effect of the combination of exercise and curcumin supplementation on cardiac system in rats exposed to lead. International Journal of Nutrition and Metabolism. 2012;4(8):114-20.
46. Gorzi A, Tofighi A, Amiri B. The effects of curcumin supplementation on oxidative stress induced strenuous endurance training in rats. 2021;17(1):17-24.
26. Tesoriere L, D'Arpa D, Butera D, Pintaudi AM, Allegra M, Livrea MA. Exposure to malondialdehyde induces an early redox unbalance preceding membrane toxicity in human erythrocytes. Free radical research. 2002;36(1):89-97.
27. Pinho CA, Tromm CB, Tavares AM, Silva LA, Silveira PCL, Souza CT, et al. Effects of different physical training protocols on ventricular oxidative stress parameters in infarction-induced rats. Life sciences. 2012;90(13-14):553-9.
28. Azhdari A, Hosseini SA, Farsi S. Antioxidant effect of high intensity interval training on cadmium-induced cardiotoxicity in rats. Gene, Cell and Tissue. 2019;6(3).
29. Fattahi Bafghi A, Homaee HM, Azarbayjani MA. Effects of high intensity interval training and curcumin supplement on antioxidant enzyme in heart tissue of diabetic rats. Iranian Journal of Diabetes and Obesity. 2016;8(3):135-41.
30. Samadi A, Shemshaki A, Radaei. The Effect of Eight-Week Sprint Interval Training (SIT) on Oxidative/Antioxidant Status in Cardiac Tissue of Male Wistar Rats Under A High-Calorie High-Salt Diet. Jornal of Applied Health Studies in Sport Physiology. 2022;9(2):112-22. [in Persian].
31. Songstad NT, Kaspersen K-HF, Hafstad AD, Basnet P, Ytrehus K, Acharya G. Effects of high intensity interval training on pregnant rats, and the placenta, heart and liver of their fetuses. PloS one. 2015;10(11):e0143095.
32. Ascensão A, Ferreira R, Magalhães J. Exercise-induced cardioprotection—biochemical, morphological and functional evidence in whole tissue and isolated mitochondria. International journal of cardiology. 2007;117(1):16-30.
33. Siu PM, Bryner RW, Martyn JK, Alway SE. Apoptotic adaptations from exercise training in skeletal and cardiac muscles. The FASEB Journal. 2004;18(10):1150-2.
34. 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.
35. Gorzi A, Asadi MJZJoRiMS. Useful Effects of Curcumin Supplementation on Gastric Superoxide Dismutase Activity and Serum Malondialdehyde Level During Endurance Training in Male Wistar Rats. 2020;22(2).

Copyright ©The authors

http://dx.doi.org/10.22049/JAHSSP.2023.28083.1516

56. Choromańska B, Myśliwiec P, Łuba M, Wojskowicz P, Myśliwiec H, Choromańska K, et al. Impact of weight loss on the total antioxidant/oxidant potential in patients with morbid obesity—a longitudinal study. 2020;9(5):376.
57. Oguzturk H, Ciftci O, Aydin M, Timurkaan N, Beytur A, Yilmaz F. Ameliorative effects of curcumin against acute cadmium toxicity on male reproductive system in rats. Andrologia. 2012;44(4):243-9.

during strenuous endurance training on the kidney and lung tissues. Sci J Kurdistan Univ Med Sci. 2018;23(5):1-11. (In Persian).
47. Ms SAB, Waldman P, Hunter S, Krings P, Ben M, Lamberth P, John, Smith P, JohnEric W, McAllister P, Matthew J. Effect of curcumin supplementation on exercise-induced oxidative stress, inflammation, muscle damage, and muscle soreness. Journal of dietary supplements. 2020;17(4):401-14.
48. Choromańska B, Myśliwiec P, Łuba M, Wojskowicz P, Myśliwiec H, Choromańska K, et al. Impact of weight loss on the total antioxidant/oxidant potential in patients with morbid obesity—a longitudinal study. 2020;9(5):376.
49. Oguzturk H, Ciftci O, Aydin M, Timurkaan N, Beytur A, Yilmaz F. Ameliorative effects of curcumin against acute cadmium toxicity on male reproductive system in rats. Andrologia. 2012;44(4):243-9.

50. Gorzi A, Asadi M. Useful Effects of Curcumin Supplementation on Gastric Superoxide Dismutase Activity and Serum Malondialdehyde Level During Endurance Training in Male Wistar Rats. Zahedan Journal of Research in Medical Sciences. 2020;22(2.(
51. Dabidi RV, Hosseinzadeh S, Mahjoub S, Hosseinzadeh M, Myers JJBos. Endurance exercise training and diferuloyl methane supplement: changes in neurotrophic factor and oxidative stress induced by lead in rat brain. 2013;30(1):41.
52. Roshan VD, Assali M ,Moghaddam AH, Hosseinzadeh M, Myers J. Exercise Training and Antioxidants Effects on Rat Heart Tissue Exposed to Lead Acetate. International journal of toxicology. 2011;30(2):190-6.
53. Roshan VD, Rahimi M, Shirinbayan V, Mahjoub S, Hosseinzadeh M. Protective effect of the combination of exercise and curcumin supplementation on cardiac system in rats exposed to lead. International Journal of Nutrition and Metabolism. 2012;4(8):114-20.
54. Gorzi A, Tofighi A, Amiri B. The effects of curcumin supplementation on oxidative stress induced during strenuous endurance training on the kidney and lung tissues. Sci J Kurdistan Univ Med Sci. 2018;23(5):1-11. (In Persian.(
55. Ms SAB, Waldman P, Hunter S, Krings P, Ben M, Lamberth P, John, Smith P, JohnEric W, McAllister P, Matthew J. Effect of curcumin supplementation on exercise-induced oxidative stress, inflammation, muscle damage, and muscle soreness. Journal of dietary supplements. 2020;17(4):401-14.

Copyright ©The authors