مجله علوم پزشکی رازی دوره ۳۲، شماره پیوسته ۲۸، ۴ خرداد ۱۴۰۴ https://doi.org/10.47176/rjms.32.28

مقاله پژوهشی

تاثیر شش هفته تمرین هوازی به همراه مکمل یاری کیوتن بر میزان مالون دی آلدئید وکاتالاز بافت قلب رت‌های نر سالمند نژاد ویستار

مریم پورارشد: دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی گرایش تغذیه ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران (* نویسنده مسئول)
pourarshadmaryam@gmail.com
مجید کاشف: استاد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران
فرشته شهیدی: دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف: بافت قلب مخصوصا در افراد سالمند مستعد آسیب اکسیداتیو است. ورزش و مکمل Q10، بر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و رادیکال‌های آزاد موثر هستند. بنابراین در مطالعه حاضر تاثیر شش هفته تمرین هوازی به همراه مکمل Q10 بر میزان مالون‌دی‌آلدئید و کاتالاز بافت قلب رت‌های سالمند را مورد بررسی قرار داده است.

روش کار: روش پژوهش حاضر از نوع تجربی و با هدف توسعه‌ای می‌باشد. ۱۷ سر موش سالمند نر نژاد ویستار به صورت تصادفی ساده در پنج گروه: کنترل، شم تمرین، شم مکمل (n=۳)، و تمرین هوازی، گروه تمرین هوازی+ مکمل (n=۴) تقسیم شدند.گروه های تمرینی به مدت ۶ هفته و ۵ روز در هفته، با شدت Vpeak ۷۰- ۶۵٪ و با مدت زمان ۱۵تا۳۰دقیقه به طور فزاینده، تمرین کردند. گروه مکمل+تمرین، همزمان با تمرین، از مکمل کوآنزیم کیوتن محلول در روغن کنجد روزانه میزان ۲۰ mg/kg با توجه به میانگین وزن موش‌های تحقیق به صورت گاواژ دریافت کردند. ۴۸ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین، تشریح شدند و عضله قلب برای اندازه گیری ژن‌های MDA، CAT به ترتیب روش اسپکتروفوتومتری و الایزا و تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از واریانس یک طرفه و آزمون تعقیبی شفه، و برای شاخص لی، سرعت حداکثر اکسیژن مصرفی بیشینه از آزمون تی همبسته استفاده گردید (P≤۰/۰۵).

یافته‌ها: براساس نتایج بدست آمده، پس از شش هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل Q۱۰ بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز (P=۰.۰۰۰۱) و سطح مالون دی آلدئید (P=۰.۰۰۰۱)، شاخص لی، سرعت حداکثر اکسیژن مصرفی بیشینه در بین گروه‌ها تفاوت معناداری وجود داشت (P≤۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: به طور کلی پژوهش حاضر نشان داد تمرین هوازی به همراه مصرف مکمل Q۱۰ در بهبود عملکرد آنتی اکسیدانی و کاهش آسیب‌های استرس اکسیداتیو موثر است. بنابراین ،احتمالا با احتیاط می‌توان تمرین هوازی به همراه مصرف مکملQ10 را برای افراد سالمند پیشنهاد داد.

تعارض منافع: گزارش نشده است.
منبع حمایت‌کننده: حامی مالی نداشته است.

کلیدواژه‌ها
سالمندی،
استرس اکسیداتیو،
MDA،
CAT،
Q_{10}

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۱۷
تاریخ چاپ: ۱۴۰۴/۰۳/۰۴

شیوه استناد به این مقاله:
Pourarashed M, Kashef M, Shahidi F. The Effect of Six Weeks of Aerobic Training with Q10 Supplement on Malondialdehyde and Catalase Levels in Heart Tissue of Aged Male Wistar Rats. Razi J Med Sci. 2025(25 May);32.28.

Copyright: ©2024 The Author(s); Published by Iran University of Medical Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the CC BY-NC-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.en).

*انتشار این مقاله به‌صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 4.0 صورت گرفته است.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-06]
[DOI: 10.47176/rjms.32.28]

Razi Journal of Medical Sciences. 2025(25 May);32.28. https://doi.org/10.47176/rjms.32.28

Original Article

The Effect of Six Weeks of Aerobic Training with Q10 Supplement on Malondialdehyde and Catalase Levels in Heart Tissue of Aged Male Wistar Rats

Maryam Pourarashed: Master's student in Exercise Physiology, Sports Nutrition, Faculty of Sport Sciences, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran (*Corresponding Author) pourarshadmaryam@gmail.com
Majid Kashef: Professor of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran
Fereshteh Shahidi: Associate Professor of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran

Abstract

Background & Aims: Aging population and cardiovascular diseases are the main causes of death in the world. Heart tissue is an oxidative tissue and prone to oxidative damage. Exercise increases the activity of antioxidant enzymes and prevents the activity of free radicals. Also, coenzyme Q10 is a fat-soluble vitamin that improves cardiovascular function. The purpose of this study was the effect of six weeks of aerobic exercise with Q10 supplementation on malondialdehyde (MDA) and catalase (CAT) levels in the heart tissue of aged male Wistar rats.

Methods: The current study was a developmental study and its method was an experimental one. the present research is based on an animal model and in a five-group design with post-test of independent groups to measure MDA and CAT and a pre-test-post-test design for Vpeak and Lee's index have been measured. In this research, we tried to control all research variables. These variables include the same water and food, the same temperature and humidity (22 ± 3) degrees Celsius and relative humidity (55 ± 5%), the same sleep and light cycle (12:12 hours), the same gender and health status (all). (male and healthy), the training time was the same in the morning (9 to 12) and the place of keeping was the same (the animal house of the Faculty of Sports Sciences of Tarbiat Debir Shahid Rajaei University). For this purpose, 17 elderly male laboratory mice with an average weight of 422 grams and an age of 88-96 weeks were obtained from Razi Vaccine and Serum Research Company and randomly divided into five groups including three groups of three (exercise sham-supplemented sham-control) and two Four groups were divided (aerobic exercise-aerobic exercise and supplement). The number of samples in the control and sham groups was less than of the training groups, so that a smaller number of animal samples were killed due to ethical issues. At the beginning of the study, the animals were familiarized with the environment and trained on a treadmill for two weeks. 48 hours after the last familiarization session, the animals performed an increasing exercise test up to the limit of exhaustion to determine the maximum running speed on the treadmill. The increasing test started with a speed of ten meters per minute and every three minutes, a speed equal to three meters per minute was added to it (12). Based on the Vpeak (the highest velocity in an incremental exercise test) obtained, the training protocol was designed for six weeks and five sessions per week for the training groups, and then the training protocols were started. Vpeak was measured every two weeks to determine training intensity. The program of moderate intensity continuous training (MICT) was performed on the treadmill with an intensity of 65% of Vpeak for 15 minutes in the first week, in the second week with an intensity of 65% of Vpeak for 20 minutes, in the week The third was performed with an intensity of 70% of Vpeak for 25 minutes, and from the fourth week to the end of the sixth week, it reached an intensity of 70% of Vpeak in 30 minutes: the subjects warmed up with an intensity of 40-50% of Vpeak for 5 minutes before starting the protocol and after finishing the protocol, they cooled in the same way (13). The mice of the control group passed 6 weeks without any training or supplementation. During this period, the control rats received the stress of the training hand to be the same as the other groups. The supplemental sham group received sesame oil by gavage every day for six weeks, the training sham group was put on a silent treadmill for 6 weeks with a frequency of 5 days per week equal to the training time of the

Keywords
Aging,
Oxidative stress,
MDA,
CAT,
Q10 Supplement

Received: 06/04/2025
Published: 25/05/2025

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-06]

[DOI: 10.47176/rjms.32.28]

training groups in order to understand the stress of the machine. In this research, at the same time as performing the exercise protocol to the group of aerobic exercise + supplement, 20 mg of Q10 supplement (Salamat Nano Chemistry Company) dissolved in fat per kilogram of body weight combined with 0.5 cc of sesame oil during 42 days to Gavage was given (the dose of Q10 supplement, 20 mg per kilogram of body weight was given to the aerobic exercise-supplement group) (14, 15). To prove the adequacy of training and its effect, stabilizing variables including: Lee's index and maximum rate of oxygen consumption were measured at the beginning and end of 6 weeks for the studied groups. (The following formula was used to measure the Lee index. 48 hours after the last training session, mice were sampled to eliminate the response of the last training session. in such a way that the mice are anesthetized by intraperitoneal injection of ketamine (50-100 mg/kg) and xylazine (5-10 mg/kg) and after ensuring complete anesthesia by pain test, under sterile conditions by making an incision in The anterior part of the chest was surgically performed and normal saline was connected with serum to the right ventricle of the rat's heart and instead of blood, it flowed inside the body, and when the blood was completely removed from all the organs of the body, PBS replaced normal saline to fix the organs, and when the organs were completely fixed and prevented the organs from completely rotting, the heart muscle was removed with appropriate surgical instruments (scissors and forceps) and then Remove surgical instruments. It was placed in liquid nitrogen (with a temperature of -196°C) with PBS, and after being transferred to the laboratory, it was kept at a temperature of -80°C to measure the amount of MDA and CAT. To measure CAT activity, it was centrifuged for 5 minutes at 1400 xg at 5°C and for MDA measurement at 1600 xg for 10 minutes at 4°C, and the obtained supernatant was used for analysis. ELISA method was used to measure CAT activity and spectrophotometric method was used to measure MDA using plate reader device, Synergy HT, biotek company. During the reaction of catalase in the sample with methanol in the presence of hydrogen peroxide, formaldehyde is produced, which after the reaction with a dye compound produced a purple color and its absorption intensity was measured at 540 nm, which is proportional to the concentration of formaldehyde. MDA present in the sample with thiobaric acid (TBA) produces a pink complex, whose absorption intensity was measured at 530-540 nm wavelength, which is proportional to the concentration of the complex. Rat CAT ELISA Kit, TPR (Iran), CAT.No:TPR9806B was used to measure CAT, and Rat MDA ELISA Kit, TPR (Iran), CAT.No:TPR-MDA-48T was used to measure MDA.
After collecting the raw data, the Shapiro-Wilk test was used to check the normality of the data distribution. Then, in order to statistically analyze the data and compare between the groups one-way ANOVA test was used, and because the groups were unequal, the Scheffe test was used. Correlated T-test was used to check the changes of stabilizing variables. All statistical calculations were done using SPSS26 software at a significant level of $P \leq 0.05$.
Results: Based on the obtained results, there was a significant difference between the groups after six weeks of aerobic training along with Q10 supplementation on activity of the catalase enzyme and level of malondialdehyde in the heart tissue of male rats. ($P \leq 0.05$)
Conclusion: In general, the present study showed that aerobic exercise along with Q10 supplementation is effective in improving antioxidant function and reducing oxidative stress damage. Therefore, according to the above result, it is possible to cautiously recommend aerobic exercise along with Q10 supplementation for the elderly.

Conflicts of interest: None
Funding: None

Cite this article as:
Pourarashed M, Kashef M, Shahidi F. The Effect of Six Weeks of Aerobic Training with Q10 Supplement on Malondialdehyde and Catalase Levels in Heart Tissue of Aged Male Wistar Rats. Razi J Med Sci. 2025(25 May);32.28.

Copyright: ©2024 The Author(s); Published by Iran University of Medical Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the CC BY-NC-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.en).

*This work is published under CC BY-NC-SA 4.0 licence.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-06]

[DOI: 10.47176/rjms.32.28]

مقدمه

سالمندی جمعیت و افزایش افراد سالخورده در جمعیت، یکی از مهم ترین تحولات اجتماعی قرن بیست و یکم است (۱). همچنین بیماری های قلبی عروقی، یکی از شایع ترین دلایل مرگ و میر در جهان است، که عوامل متعددی در آن مشارکت دارند (۲). یکی از عوامل، استرس اکسیداتیو فرآیندی است که تغییرات وابسته به سن موجب افزایش رادیکال های آزاد،کاهش کارایی سیستم دفاعی و افزایش فشار اکسایشی و در نتیجه بیماری های قلبی در سالمندی می‌شود (۳)، که از طریق ROS تولید شده در سطح غشاء سلول، سبب آسیب‌های داخل سلولی به خصوص میتوکندریایی و آسیب غشاء لیپیدی سلول و پراکسیداسیون لیپیدی غشاء و سخت شدن دیواره سلول ها می شود و نمونه‌هایی از ROS، مانند MDA تولید می‌شود (۴). MDA ناشی از پراکسیداسیون لیپیدی می تواند با سایر اجزای سلولی مانند پروتئین های ساختارهای ژنومی وارد واکنش شده و ضایعات متنوعی ایجاد کند که در نهایت باعث مرگ سلولی همراه با علائم گسترده بیماری شود (۵).

از سوی دیگر کاتالاز آنزیمی بسیار مهم در محافظت از سلول در برابر آسیب اکسیداتیو توسط گونه های واکنش پذیر اکسیژن است (۶). کاتالاز آنزیمی رایج است که تقریباً در تمام موجودات زنده در معرض اکسیژن وجود دارد و تجزیه پراکسید هیدروژن به آب و اکسیژن را کاتالیز می‌کند و برای تعیین فعالیت سیستم آنتی اکسیدانی استفاده می‌شود (۷). میوسیت های قلبی همانند سلول های دیگر در بدن حاوی یک شبکه پیچیده از مکانیسم های دفاع ضداکسایشی برای کاهش خطر آسیب سلولی است که در طول دوره تولید ROS افزایش می یابد (۸). سلول های قلبی دارای دو مکانیسم دفاعی آنزیمی و غیر آنزیمی برای به تعادل کشاندن فشار اکسایشی می باشند. سوپراکسید یکی از مهمترین علل استرس اکسیداتیو است و سه آنتی اکسیدان آنزیمی سوپراکسیددیسموتاز، CAT و گلوتاتیون پراکسیداز عمده‌ترین آنزیم های آنتی اکسیدانی هستند (۹).

عوامل خارجی و داخلی متعددی وجود دارند که بر کاهش استرس اکسیداتیو موثراند، مانند برخی کوآنزیم ها، مکمل‌ها .و انواع فعالیت‌های بدنی. کوآنزیمQ۱۰ یک مولکول اساسی تولید درون زا است که به علت قرارگیری در غشای داخلی میتوکندری و ظرفیت ردوکس، مسیرهای متابولیکی مختلف را به تولید انرژی میتوکندری پیوند می‌دهد، و فعالیت به عنوان یک آنتی اکسیدان را برای آن فراهم می‌کند (۱۰). کوآنزیم Q۱۰ در تثبیت کانال های یونی وابسته به کلسیم در قلب و جلوگیری از مصرف متابولیت های ضروری برای سنتز ATP نقش دارد، و دارای مزایای درمانی در اختلالات مربوط به سالمندی، به ویژه در بیماری های قلبی عروقی است (۱۱). کمبود کوآنزیمQ۱۰ ممکن است موجب بسیاری از بیماری‌ها از جمله نارسایی قلبی شود. مصرف مکمل Q۱۰ منجر به کاهش میزان MDA و افزایش فعالیت آنزیم CAT می‌شود(12). از سوی دیگر Q۱۰ از طریق افزایش ذخایر ATP و کاهش رادیکال‌های آزاد می‌تواند به رفع خستگی و بازیابی قدرت و استقامت در ورزشکاران کمک کند (۱۳).

فعالیت بدنی و ورزش برای کاهش عوارض بسیاری از بیماری‌های قلبی-عروقی و سالمند، افزایش عملکرد بدنی توصیه شده است. تمرینات ورزشی منظم و مستمر سبب افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی و جلوگیری از فعالیت رادیکال های آزاد می‌شود. مصرف اکسیژن در تمرینات هوازی نسبت به تمرینات بی هوازی ۱۰ الی۲۰۰ برابر بیشتر از زمان استراحت بوده و متابولیسم سلولی افزایش می‌یابد (۴). تحقیقات پیشین نشان داده‌اند که تمرینات شدید، فشار اکسایشی را افزایش می‌دهد، در حالی که تمرینات سبک و هوازی، باعث کاهش معناداری در فشار اکسایشی عضلات اسکلتی می‌شود و میزان آنزیم های آنتی اکسیدانی را بالا می‌برد (۱۴). از سوی دیگر فعالیت بدنی خطر تحلیل عضلانی و محدودیت های عملکردی را در افراد سالمند کاهش می‌دهد (۱۵). حال اگر تمرینات هوازی به صورت فزاینده انجام شود، موجب کاهش اکسایش لیپیدی و افزایش آنتی اکسیدانی و در نتیجه کاهش فشار اکسایشی قلب می‌شود (۱۶). پژوهشی در سال (۲۰۱۸) نشان داد ۸ هفته تمرین هوازی سطح MDA افزایش معناداری داشت (۱۷). به طورکلی ورزش هوازی با شدت متوسط موجب افزایش فعالیت آنزیم CAT می‌شود (۱۷)، که

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-06]

[DOI: 10.47176/rjms.32.28]

در نهایت موجب بهبود ترکیب بدنی و حداکثر توان هوازی می‌شود (۱۸).

پالا و همکاران (۲۰۱۸) با بررسی اثرات Q۱۰ به همراه ورزش هوازی مزمن و حاد بر پراکسیداسیون لیپیدی و بیان HSP در کبد و عضلات موش‌ها پرداختند که نتایج نشان داد، مکمل Q10 می‌تواند سطوح MDA را کاهش دهد، و ورزش و Q10 به طور هم افزایی استرس اکسیداتیو را کاهش می‌دهند (۱۹). در تحقیقی دیگر هشت هفته تمرین هوازی موجب افزایش آنزیم های آنتی اکسیدانی و بهبود فشار اکسایشی در بافت قلب رت های دیابتی شد (۲۰). اما در برخی مقالات تمرینات ورزشی شدید چون میزان استرس اکسیداتیو را بالا می برد، باعث افزایش رادیکال های آزاد می شود (۲۱). تناقض موجود در تحقیقات پیشین که علت آن می تواند تفاوت در شدت تمرینات انجام شده باشد، و همچنین افزایش روز افزون سالمندی و بیماری های قلبی عروقی و با توجه به اینکه مطالعات کمتری بر روی تاثیر هم زمان مکمل آنتی اکسیدانی و تمرینات بر بافت قلب انجام شده است. بنابراین بررسی این سوالات که، آیا تمرین هوازی و مصرف مکمل Q۱۰ می تواند آثار مطلوبی بر میزان نشانگر اکسایشی MDA و آنزیم آنتی اکسیدانی CAT به عنوان اولین خط دفاعی بدن در مقابل فشار اکسایشی داشته باشد؟ و آیا این دو شاخص می توانند آثار محافظتی بر بافت قلب رت های نر سالمند داشته و مکانیسم دفاع آنتی اکسیدانی بافت قلب را تقویت نمایند؟ ضروری به نظر می‌رسد .

روش کار

تحقیق حاضر از نوع تجربی و با هدف توسعه‌ای، با مدل حیوانی بوده. پژوهش به صورت طرح پس آزمون برای اندازه گیری میزان MDA و CAT و طرح پیش آزمون- پس آزمون برای اندازه گیری Vpeak و شاخص لی انجام شده است. در این تحقیق سعی شد تا تمامی متغیرهای تحقیق کنترل شود. این متغیرها شامل آب و غذای یکسان و در دسترس، دما (۳±۲۲) درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی (۵±۵۵٪)، چرخه تاریکی و روشنایی (۱۲:۱۲ ساعت) و نیز محل نگهداری یکسان(حیوان خانه دانشکده علوم ورزشی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی) بودند (۲۲). همچنین زمان تمرین یکسان صبح (ساعت ۹ تا ۱۲) نیز رعایت شد.

برای این هدف تعداد ۱۷ سر موش سالمند آزمایشگاهی نر با میانگین وزن۴۲۲ گرم و سن ۸۸تا۹۶ هفته که نشان دهنده‌ی سالمندی در موش‌های ویستار است، از شرکت تحقیقاتی واکسن و سرم رازی تهیه شد (۲۳).موش‌ها به طور تصادفی ساده در پنج گروه: کنترل (n=۳)، شم تمرین (n=۳)، شم مکمل (n=۳)، تمرین هوازی(n=۴)، گروه تمرین هوازی+ مکمل (n=۴) تقسیم شدند. تعداد نمونه ها در گروه های کنترل و شم کمتر از گروه های تمرین بود تا به علت مسائل اخلاقی تعداد کمتری نمونه ی حیوانی کشته شود. در این مطالعه، تمامی قوانین راهنمای انستیتوی ملی سلامت مربوط به نگهداری حیوانات آزمایشگاهی رعایت گردید و تمامی آزمایش ها بر روی حیوانات، طبق دستورالعمل کمیته اخلاق کار با حیوانات آزمایشگاهی مورد تأیید پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی (با کد اخلاق IR.SSRC.REC.1401.008 مرکز علوم تحقیقات) صورت گرفت.

از معیارهای ورود پژوهش، محدودیت سنی و وزنی بود که نشان دهنده‌ی سالمندی در موش‌ها بود و جنسیت نر موش های نژاد ویستار بوده است. معیارهای خروج در پژوهش حاضر، آسیب دیدن نمونه‌ها و عدم تمرین بود که هیچ کدام از نمونه‌ها از پژوهش خارج نشدند.

در هفته‌ی اول پژوهش، حیوانات به مدت یک هفته برای آشناسازی با محیط در آزمایشگاه قرار گرفتند و در هفته‌ی دوم موش‌ها جهت آشنایی با تمرین روی تردمیل قرار گرفتند. براساس سرعت حداکثر بدست آمده پروتکل تمرینی به مدت شش هفته و پنج جلسه در هفته برای گروه های تمرینی طراحی شد و سپس پروتکل های تمرینی آغاز شد (۲۴، ۲۵). هر دو هفته یکبار Vpeak اندازه گیری می شود تا شدت تمرین مشخص شود (۲۶). برنامه تمرین هوازی با شدت متوسط (Moderate intensity continuous training)

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-06]

[DOI: 10.47176/rjms.32.28]

جدول ۱- پروتکل تمرین هوازی فزاینده

هفته	میانگین شدت فعالیت در هر جلسه (درصد) طبق Vvo2peak	مدت زمان هرجلسه (دقیقه)
اول	۶۵	۱۵
دوم	۶۵	۲۰
سوم	۷۰	۲۵
چهارم	۷۰	۳۰
پنجم	۷۰	۳۰
ششم	۷۰	۳۰

(MICT) به این صورت است که در هفته اول با شدت ۶۵ درصد Vpeak به مدت۱۵ دقیقه انجام شد و در هفته ششم به شدت ۷۰ درصد Vpeak در ۳۰ دقیقه رسید: آزمودنی ها قبل از شروع پروتکل با شدت ۴۰-۵۰درصد Vpeak به مدت ۵ دقیقه گرم می کردند و بعد از اتمام پروتکل سرد می‌کردند. موش های گروه کنترل بدون هیچ تمرین و مکملی ۶ هفته را پشت سر گذاشتند. در طول این مدت، موش‌های کنترل، استرس دست تمرین دهنده را برای یکسان شدن با دیگر گروه ها دریافت می کردند.

به گروه شم مکمل برای دادن استرس، روغن کنجد بصورت گاواژ داده شد. به گروه تمرین هوازی_مکمل، ۲۰ میلی گرم مکمل Q10 محلول در چربی به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن با ترکیب در ۰/۵ سی سی روغن کنجد در طی ۴۲ روز بصورت گاواژ داده شد (میزان دوز مصرفی مکملQ10، ۲۰میلی گرم به ازای هر کیلو گرم وزن بدن به گروه تمرین هوازی_مکمل داده شد. مکمل از شرکت سازنده اش به نام شرکت نانو کیمیا سلامت تهیه شد) (۲۷، ۲۸).

در نهایت بعد از آخرین جلسه آشنا سازی و بعد از ۴۸ ساعت استراحت، Vpeak (بیشترین میزان VO_2 اکسیژن مصرفی) هنگام یک آزمون ورزشی فزاینده است که در آن همه ی معیار های VO_2max تحقق نیافته باشند (۲۹)) و شاخص لی همه آزمودنی ها اندازه گیری شد. آزمون فزاینده با سرعت ۵ متر بر دقیقه شروع و هر سه دقیقه یکبار سرعتی معادل با ۵ متر بر دقیقه به آن افزوده شد. زمان رسیدن به خستگی با عدم توانایی موش ها در دویدن روی تردمیل مشخص شد.

برای اثبات کفایت تمرین و تاثیر آن، متغیرهای تثبیت کننده شامل: شاخص لی و سرعت حداکثر اکسیژن مصرفی در ابتدا و انتهای ۶ هفته برای گروه‌های مورد مطالعه اندازه گیری شد. برای اندازه گیری شاخص لی از فرمول زیر استفاده شد.

$$Lee\ index = ۳\sqrt{\text{body weight (g)}} \backslash \text{Nasoanal length (cm)} \times ۱۰۰۰$$

۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین، برای از بین رفتن پاسخ آخرین جلسه تمرین موش ها نمونه گیری شدند. به این صورت که موش ها با استفاده از تزریق درون صفاقی کتامین (۵۰ تا ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم) و زایلازین (۵ تا۱۰میلی گرم بر کیلوگرم) بیهوش و پس از اطمینان از بیهوشی کامل با آزمون درد، تحت شرایط استریل با ایجاد برش در قسمت قدامی سینه جراحی انجام شد و نرمال سالین با سرم به بطن راست قلب رت وصل شد و به جای خون درون بدن جریان پیدا کرد و وقتی خون به طور کامل از تمامی اندام های بدن خارج شد، PBS جای نرمال سالین را گرفت تا اندام ها را فیکس کند و وقتی به طور کامل تمام اندام های بدن فیکس شدند و از فاسد شدن کامل اندام ها جلوگیری شد ، عضله قلب با لوازم جراحی مناسب (قیچی و پنس) برداشته شد و پس از شستشو باPBS بلافاصله در نیتروژن مایع (با دمای ۱۹۶- درجه سانتی گراد) قرار گرفت و بعد از منتقل شدن به آزمایشگاه در دمای ۸۰- درجه سانتی گراد برای اندازه گیری میزان MDA و CAT نگهداری گردید.

جهت سنجش فعالیتCAT به مدت ۵ دقیقه در 1400 xgدر دمای ۵ درجه سانتی گراد و جهت

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-06]

[DOI: 10.47176/rjms.32.28]

سنجش MDA در مدت ۱۰ دقیقه در 1600 xg در دمای ۴ سانتی گراد سانترفیوژ شد و از سوپرناتانت بدست آمده جهت آنالیز استفاده شد. برای اندازه گیری فعالیت CAT از روش الایزا و برای اندازه گیری میزان MDA از روش اسپکتروفوتومتری با استفاده از دستگاه پلیت ریدر، شرکت biotek مدل synergy HT استفاده شد. طی واکنش کاتالاز موجود در نمونه با متانول در حضور هیدروژن پراکسید فرمالدهید تولید می شود که پس از واکنش با یک ترکیب رنگ دهنده رنگ بنفش تولید کرده و در 540 nm شدت جذب آن که متناسب با غلظت فرمالدهید است اندازه گیری شد. MDA موجود در نمونه با تیوبار باریک اسید (TBA) یک کمپلکس صورتی رنگ تولید می کند که در طول موج ۵۳۰-۵۴۰ نانومتر شدت جذب آن که متناسب با غلظت کمپلکس است اندازه گیری شد. برای سنجش CAT از کیت TPR , Rat CAT ELISA Kit (Iran),CAT.No:TPR9806B و برای سنجش MDA از کیت TPR, Rat MDA ELISA Kit (Iran),CAT.No:TPR-MDA-48T استفاده شد.

تجزیه و تحلیل آماری: برای توصیف داده‌ها در آمار توصیفی از میانگین، انحراف معیار استفاده شد. همچنین برای مشخص شدن توزیع طبیعی داده ها از آزمون شاپیرو ویلک استفاده گردید. پس از تعیین طبیعی بودن توزیع داده ها برای بررسی اختلاف معناداری سطوح MDA و CAT در پنج گروه از آزمون تحلیل واریانس یک راهه و برای تعیین تفاوت بین گروه ها از آزمون تعقیبی شفه در سطح ($P\leq ۰/۰۵$) با استفاده از نرم افزار SPSS ویرایش ۲۲ انجام شد . همچنین پس از مشخص شدن توزیع طبیعی داده برای متغیر های تثبیت کننده شامل شاخص لی، سرعت حداکثر اکسیژن مصرفی بیشینه برای تعیین تفاوت درون گروهی از آزمون تی همبسته استفاده گردید.

یافته‌ها

میانگین و انحراف معیار وزن، قد و همچنین تغییرات متغیرهای تثبیت کننده شامل: شاخص لی و vpeak بعد از شش هفته به تفکیک در گروه های تحقیق در جدول ۲ آمده است. نتایج نشان داد میانگین تغییرات وزن رت ها در گروه های تمرین هوازی و تمرین هوازی-مکمل کاهش و در مابقی گروه ها افزایش پیدا کرد. همچنین میانگین تغییرات قد رت ها در پایان پژوهش در تمامی گروه ها افزایش پیدا کرد. درصد تغییرات شاخص لی در گروه تمرین هوازی ۷/۶۷- و در گروه تمرین هوازی-مکمل ۱۰/۶۱- بوده است که

جدول ۲- میانگین و انحراف معیار قد و وزن موش‌ها و متغیرهای تثبیت کننده

متغیر	گروه	پیش آزمون	پس آزمون
وزن (گرم)	هوازی	۴۴۰/۵ ± ۲۳/۰۴	۴۱۸/۸۲ ± ۱۹/۸۹
	هوازی-مکمل	۴۳۸/۵ ± ۵۲/۹۶	۴۱۳/۲۵ ± ۴۱/۱۴
	شم تمرین	۴۰۵/۳۳ ± ۴۱/۰۶	۴۱۹/۲۶ ± ۲۰/۰۲
	شم مکمل	۴۰۴ ± ۶/۵۵	۴۶۶/۵ ± ۱۶/۵۵
	کنترل	۴۱۷/۶۶ ± ۳۳/۵۶	۴۴۶ ۱۴±/۷۳
قد (سانتی متر)	هوازی	۲۴/۷ ± ۱/۱۲	۲۶/۳ ± ۱/۴۱
	هوازی-مکمل	۲۳/۴ ± ۱/۴۵	۲۵/۷ ± ۱/۳۶
	شم تمرین	۲۳/۸ ± ۰/۷۲	۲۵/۱ ۰±/۵۲
	شم مکمل	۲۳/۳ ± ۱/۱۵	۲۴/۹ ± ۱/۳۲
	کنترل	۲۲/۵ ± ۰/۵	۲۴/۴ ۰±/۸۵
شاخص لی (گرم/سانتی متر)	هوازی	۳۰۸/۴ ± ۱۴/۲	۲۸۴/۷۱ ± ۱۴/۳
	هوازی-مکمل	۳۲۴/۴۷ ± ۱۵/۶	۲۹۰/۰۵ ± ۱۴/۹
Vpeak(متر/دقیقه)	هوازی	۱۹ ± ۳/۱۶	۳۳/۷۵ ± ۲/۵
	هوازی-مکمل	۲۲/۵ ± ۲/۶۴	۴۲/۲۵ ± ۷/۰۸

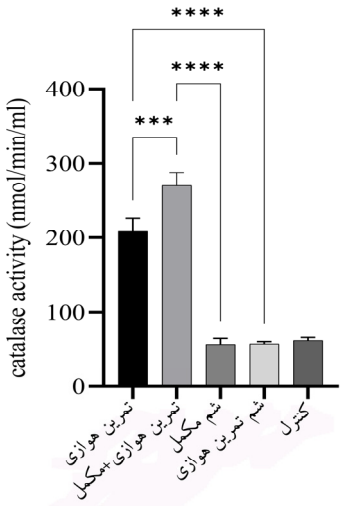
[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-06]

[DOI: 10.47176/rjms.32.28]

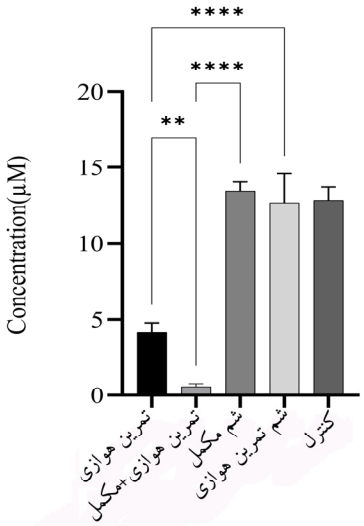
میزان شـــاخص لی در بعد از تمرین کاهش یافته ولی این اختلاف معنی دار نیست (P≥۰/۰۵). در گروه های تمرین هوازی و تمرین هوازی-مکمل میزان Vpeak نسبت به قبل از شروع تمرین افزایش یافته است که نشان دهنده تاثیر تمرین هوازی بر متغیر تثبیت کننده و کفایت تمرین است.

پس از تعیین توزیع طبیعی داده ها با اســـتفاده از آزمون شاپیروویلک برای میزان فعالیت کاتالاز و میزان مالون دی آلدئید بافت قلب ، در گروه های مســـتقل از آزمون تحلیل واریانس یک راهه برای تعیین تاثیر شش هفته تمرین هوازی و مکمل یاریQ10 بر شاخص های یاد شـده اسـتفاده شـد. شـش هفته تمرین هوازی و مکمل یاریQ10 تاثیر معناداری را بر میزان فعالیت کاتالاز بافت قلب (p=۰/۰۰۱) و میزان مالون دی آلدئید بافت قلب (p=۰/۰۰۱)رت های نر سالمند نژاد ویســـتار نشـــان داد. نتایج آزمون تعقیبی شـــفه در نمودارهای ۱و۲ نشان داده شده است.

نمودار ۱ نشـــان می دهد که بین گروه های تمرین هوازی و تمرین هوازی+ مکمل تفاوت معنادار وجود دارد (P≤۰/۰۵)، در حالی که بین گروه های شـــم



نمودار ۱- میانگین و انحراف استاندارد فعالیت آنزیم کاتالاز در گروه‌های مورد مطالعه (***= ۰/۰۰۰۲، ****= ۰/۰۰۰۱)



نمودار ۲- میانگین و انحراف استاندارد میزان مالون دی آلدئید در گروه‌های مورد مطالعه (**= ۰/۰۰۱، ****= ۰/۰۰۰۱)

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-06]

[DOI: 10.47176/rjms.32.28]

تمرین، شـــم مکمل و کنترل تفاوت معناداری وجود ندارد (P >۰/۰۵). به عبارت دیگر هم تمرین هوازی (p=۰/۰۰۱) و هم تمرین هوازی- مکمل (P=۰/۰۰۱) بر فعالیت کاتالاز تاثیر دارد.

با توجه به نمودار۲ این موضوع مشخص می گردد که بین تمامی گروه تفاوت معناداری وجود دارد (P≤۰/۰۵) بجز گروه شم تمرین و شم مکمل و گروه کنترل که بین آنها تفاوت معناداری وجود ندارد. (P >۰/۰۵) و این امر نشـــان می دهد که هم تمرین هوازی (P=۰/۰۰۱) و هم تمرین هوازی به همراه مکمل Q۱۰ (P =۰/۰۰۱) بر میزان مالون دی آلدئید تاثیر دارد.

بحث

نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد که پس از شش هفته تمرین هوازی همراه با مصرف روزانه 20 mg/kgمکمل کوآنزیم Q10 باعث افزایش فعالیت آنزیم آنتی اکســیدان CAT و کاهش MDA در بافت قلب گروه های تمرین هوازی و تمرین هوازی همراه با مکمل Q10 نسبت به گروه‌های کنترل می شود، که حاکی از افزایش آنزیم‌های آنتی اکسیدانی و کاهش پراکسیداسیون لیپیدی است.

نتایج مطالعه شـکریز و همکاران (۲۰۲۰) با این پژوهش همسو بود . این محققین گزارش کردند هشت هفته تمرین هوازی سـطوح MDA موش های تحت درمان با دوکسوروبیسین را بطور معنی‌داری کاهش و فعالیت آنزیم های کلتالاز بافت قلب را بطور معنی‌داری افزایش داد (۳۰). فعالیت بدنی با چندین سـازوکار ازجمله نشـت اکسـیژن از زنجیرهٔ انتقال الکترونی، سـوخت و سـاز پرو سـتانوئیدی ، فعالیت گزانتین اکسـیدازها و ماکروفاژها و افزایش فعالیت کاتکولامین ها ممکن است بر فرآیندهای بروز فشار اکسایشی اثر بگذارد. اینگونه به نظر می رسـد که فعالیت بدنی مانع از افزایش سطح پراکسیداسیون لیپیدی در بافت قلب گروه های تمرین و تمرین همراه با مکمل یاری رت های سالمند شده است. این عدم افزایش می تواند به علت بهبود وضعیت آنتی اکسیدانی بافت قلبی رت های سالمند در اثر ورزش باشد. در پژوهش شون و همکاران (۲۰۱۶) تمرینات بدنی تا حدی عملکرد قلب را حفظ کرده و پاسخ آنتی اکسیدانی را در بافت قلب موش ها پس از انفارکتوس افزایش داد (۳۱). همسـو با تحقیق حاضـر محمدی و همکاران (۱۳۹۹) دریافتند تمرین اسـتقامتی فزاینده موجب کاهش پراکسـیداسـیون لیپیدی و بهبود وضـعیت آنتی اکسـیدانی و در نتیجه کاهش استرس اکسیداتیو بافت قلبی موش های دیابتی می‌شود (۳۲). از این یافته ها می توان نتیجه گرفت که وجود متغیرهـایی چون تمرین و مکمـل، احتمـالا از طریق افزایش فعالیت آنتی اکسـیدانی بدن موجب کاهش استرس اکسیداتیو و در نتیجه MDA می‌شود.

همچنین لی و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیقی به این نتیجه رسـیدند که مکمل کوآنزیم Q۱۰ در مقایسـه با تمرینـات هوازی، تـاثیر بیشـتری در افزایش میزان فعالیتCAT در جلوگیری از اسـترس اکسـایشـی و افزایش ظرفیت آنتی اکسـیدانی در بیماران مبتلا به بیماری عروق کرونر داشته است (۳۳). همسو با تحقیق حاضـر جورات و همکاران (۲۰۱۹) نشـان دادند که مکمل Q۱۰ باعث افزایش SOD و CAT و کاهش سطح MDA در بیماران مبتلا به بیماری عروق کرونر می‌شود (۳۴). بـا توجـه بـه نتـایج پژوهش همسـو، مکمـل کوآنزیم Q۱۰ با تقویت فعالیت آنزیم کاتالاز، به طور معنی داری سبب مهار پراکسیداسیون لیپیدی و کاهش MDA می شود؛ از این رو، کوآنزیم Q۱۰ اثری محافظتی داشـته که با مهار رادیکال های آزاد حاصـل از القای پراکسید هیدروژن باعث افزایش فعالیت سیستم دفاع آنتی اکسیدانی می شود.

ناهمسو با تحقیق حاضر جهانی و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیق خود بر بازیکنان جوان فوتبال به این نتیجه رسـیدند MDA پس از هشـت هفته تمرین افزایش معنادار یافت (۴). قـرار گیـری مـداوم و مکـرر در معرض فشـارهای تمرینی و انجام تمرینات پرفشـار به طور مسـتمر می تولند از دلایل افزایش میزان MDA باشـد. در توجیه عدم همخوانی نتایج مطالعات مختلف در زمینه تأثیر تمرین ورزشی بر استرس اکسیداتیو می توان بیان نمود که فعالیت آنتی اکسیدانی در بافت های

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-06]

[DOI: 10.47176/rjms.32.28]

مختلف در پاسخ به الگوهای مختلف متفاوت است. مدیر و همکاران (۱۳۹۳) به این نتیجه رسیدند که استفاده از کوآنزیم Q10 همراه با چهار هفته تمرین استقامتی شدید در رت های ماده اسپراگوداولی ، بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از پایان تمرینات می تواند در بهبود عملکرد سیستم آنتی اکسیدانی موثر باشد، اگر چه که فعالیت CAT کاهش داشت (۳۵). ناهمسو با مطالعه حاضر ابراهیمی لوشاب و همکاران (۱۳۹۸) اشاره کردند انجام تمرینات ترکیبی با شدت متوسط همراه با مصرف مکمل کوآنزیم Q۱۰ ، نتوانست تاثیر معنی داری بر بهبود ظرفیت آنتی اکسیدانی و MDA در زنان مبتلا به MS شود (۳۶). تناقض در نتیجه مطالعه انجام شده در مقایسه با پژوهش حاضر می‌تواند به دلیل سن، جنس و نژاد موش، روش‌های متفاوت در ارزیابی، نوع، شدت و مدت فعالیت باشد. همچنین زمان انجام تمرین ۴ هفته بوده است و می‌توان گفت عدم سازگاری سیستم آنتی اکسیدانی به دلیل کوتاه بود تمرین و شدت بالای تمرین است. تمرینات ورزشی شدید با افزایش سطح رادیکال‌های آزاد و ایجاد شرایط فشار اکسایشی همراه است (۳۷). هنگام فعالیت بدنی به علت مصرف اکسیژن بیشتر، افزایش دمای بدن و بالا رفتن سطوح هورمون‌های استرس تولید رادیکال های آزاد افزایش یافته که می تواند آسیب‌های سلولی را افزایش دهد (۳۸).

طبق تحقیقات صورت گرفته، مصرف مکمل‌های آنتی اکسیدانی ممکن است از طریق کاهش تولید گونه‌های فعال اکسیژن، بلوکه کردن پراکسیداسیون لیپیدی، تقویت سیستم آنتی اکسیدانی، مداخله در متابولیسم گلیکوژن جهت تأمین انرژی موردنیاز سلول های فعال و حفظ پایداری ساختار میتوکندری در جلوگیری از اختلالات ناشی از آسیب‌های اکسایشی مفید باشند (۳۹). تمرین مقاومتی فزاینده، موجب کاهش غلظت MDA و افزایش فعالیت سوپراکسید دیسموتاز می‌شود که عامل مهمی در کاهش روند پیری می باشد (۴۰). به نظر می رسد که تمرینات مقاومتی منظم موجب تعادل و تقویت سیستم آنتی اکسیدانی در بدن می گردد و می تواند در پیشگیری از آسیب‌های جدی ناشی از استرس اکسیداتیو به خصوص در سنین پیری نقش بسزایی داشته باشد. (۴۱).

گرچه فعالیت ورزشی تولیدROS را در طول ورزش افزایش می دهد. ولی ورزش منظم با کاهش بیماری های وابسته به فشار اکسایشی همراه بوده که دلیل این مزیت، سازگاری ورزش با افزایش تولید رادیکال آزاد در حین ورزش است که این سازگاری افزایش فعالیت سیستم آنتی اکسیدانی و افزایش بیان ژن مربوط به اکسایشی احیاء و فعال شدن سیستم ترمیم/حذف آسیب را در برمی گیرد (۴۲). مصرف مکمل خوراکی Q۱۰ به صورت روزانه (۱۰ mg/kg) به طور قابل توجهی پراکسیداسیون چربی ناشی از ورزش را در قلب سرکوب می‌کند (۴۳). آنتی اکسیدان‌هایی مانند کوآنزیم۱۰، با خنثی کردن اثر رادیکال‌های آزاد، به رفع خستگی و بازیابی قدرت و استقامت در ورزشکاران کمک می‌کنند. انجام فعالیت های منظم استقامتی، مصرف مکمل آنتی اکسیدانی کوآنزیم Q۱۰ و ترکیبی از این دو، کفایت سیستم آنتی اکسیدانی بدن را جهت مقابله با رادیکال های آزاد بهبود می بخشد. آنتی اکسیدان های نفوذپذیر از طریق میتوکندری ، مانند کوآنزیم Q۱۰ بهترین آنتی اکسیدان برای بیماری های حاد ناشی از ROS می‌باشند (۴۴). مکمل آنتی اکسیدانی Q10 ، توانایی فیبرهای عضلانی را برای از بین بردن ROS بهبود می بخشد و از عضله تمرین کننده در برابر آسیب اکسیداتیو و خستگی ناشی از ورزش محافظت کند (۴۳). در بیماران مبتلا به بیماری عروق کرونر مکمل Q10 منجر به افزایش میزان CAT می‌شود (۴۵).

پژوهش حاضر نشان داد انجام تمرین هوازی به همراه مکمل Q۱۰ در دوران سالمندی موجب بهبود در عملکرد بدن و کاهش عوامل اکسایشی از طریق افزایش آنزیم‌های آنتی اکسیدانی می‌شود که بیان کننده‌ی موثر بودن ورزش برای سلامت سالمندان در زندگی است. البته مصرف هم زمان مکمل و انجام ورزش هوازی موجب هم‌افزایی می‌شود که نتایج بهتری به همراه دارد. لازم به ذکر است،محدودیت‌های پژوهش

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-06]

[DOI: 10.47176/rjms.32.28]

حاضر، عدم کنترل تغذیه متفاوت بین گروه‌های ورزشی و سالم، و میزان استرس ناشی از پژوهش بود.

نتیجه‌گیری

بررسی تاثیر ورزش و مکمل Q۱۰ بر عملکرد آنزیم های آنتی اکسیدانی بحث بر انگیز است چرا که اکثر مطالعات انجام گرفته درنوع، شدت، آزمودنی های پژوهش، مدت تمرین و دوز مکمل مصرفی به طور معناداری متفاوت هستند. به طور کلی، نتیجه ی مطالعه حاضر نشان داد که شش هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل Q10 بر میزان فعالیت CAT و MDA بافت قلب موش های نر سالمند تاثیر معناداری دارد. این یافته ها نشان می دهد که ترکیب تمرین با و بدون مکمل می تواند باعث کاهش میزان MDA و تحریک تولید CAT شود. البته مصرف مکمل، کاهش بیشتر MDA و افزایش بیشتر فعالیت CAT را نشان داد، که می تواند ناشی از نقش آنتی اکسیدانی Q۱۰ در بالا بردن ظرفیت آنتی اکسیدانی بدن باشد. همچنین باید این موضوع را نیز در نظر گرفت، که میزان Vpeak به عنوان متغیر تثبیت کننده در بعد از تمرین افزایش یافته، از طرفی میزان شاخص لی در بعد از تمرین کاهش یافته است. در نتیجه، به نظر می رسد انجام فعالیت های منظم هوازی، مصرف مکمل آنتی اکسیدانی کوآنزیم Q۱۰ و ترکیبی از این دو، احتمالاً سیستم آنتی اکسیدانی بدن را جهت مقابله با رادیکال های آزاد بهبود می بخشد، که یکی از عوامل اصلی در پیشگیری از بیماری‌های قلبی و عروقی در افراد سالمند است.

تقدیر و تشکر

این مقاله حاصل نتایج پایان نامه دانشجویی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی استان تهران می باشد که از دانشگاه مذکور و تمامی عوامل دخیل و همکار تشکر می‌شود.

ملاحظات اخلاقی

در این مطالعه، تمامی قوانین راهنمای انستیتوی ملی سلامت مربوط به نگهداری حیوانات آزمایشگاهی رعایت گردید و تمامی آزمایش ها بر روی حیوانات، طبق دستورالعمل کمیته اخلاق کار با حیوانات آزمایشگاهی مورد تأیید پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی(با کد اخلاق IR.SSRC.REC.1401.008 مرکز علوم تحقیقات) صورت گرفت.

میزان مشارکت نویسندگان

این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد است و نویسندگان به ترتیب دانشجو، استاد راهنما و استاد مشاور پایان نامه هستند.

References

1. Safarkhanlou H RGas e. Issues of the elderly in Iran. Social Science Quarterly. 2017:1992;1(1.2):113-28 (in persian).
2. Wong LS, van der Harst P, de Boer RA, Huzen J, van Gilst WH, van Veldhuisen DJ. Aging, telomeres and heart failure. Heart Fail Rev. 2010;15(5):479-86.
3. Naghmeh JJ, Mojtaba P. Biochemical and genetic theories of the aging process.
4. Jahani GH FM, Matinhomayi H,Tarveryzadeh B,Azarbayijani M, Moaseghi GH. The effect of regular and continuous sports training on the activity of erythrocyte antioxidant enzymes and oxidative stress in young football players. Razi Journal of Medical Sciences. 2010;17(74):22-32(in persian).
5. fravandeh R kM, Mohammadi R. Comparison of the effect of 6 weeks of aerobic training on catalase enzyme activity and malondialdehyde heart tissue of healthy and diabetic male Wistar rats treated with streptozotocin: an experimental intervention. Journal of Medical Sciences Studies. 2019;30(5):337-46(in persian).
6. Shaeer A, Aslam M, Rashid N. Structural and functional analyses of a novel manganese-catalase from Bacillus subtilis R5. Int J Biol Macromol. 2021;180:222-33.
7. Shvets V, Shkuropat A. Effect of interleukin-2 on antioxidant system and lipid peroxidation during physical activity. Cherkasy University Bulletin: Biological Sciences Series. 2020(2):107-15.
8. Powers S, Sollanek K, Wiggs M, Demirel H, Smuder A. Exercise-induced improvements in myocardial antioxidant capacity: the antioxidant players and cardioprotection. Free Rad Res. 2014;48(1):43-51.
9. Evran B, Karpuzoğlu H, Develi S, Kalaz EB, Soluk-Tekkeşin M, Olgaç V, et al. Effects of

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-06]

[DOI: 10.47176/rjms.32.28]

carnosine on prooxidant–antioxidant status in heart tissue, plasma and erythrocytes of rats with isoproterenol-induced myocardial infarction. Pharmacol Rep. 2014;66(1):81-6.

10. Díaz-Casado ME, Quiles JL, Barriocanal-Casado E, González-García P, Battino M, López LC, et al. The paradox of coenzyme Q10 in aging. Nutrients. 2019;11(9):2221.

11. Madmani ME, Yusuf Solaiman A, Tamr Agha K, Madmani Y, Shahrour Y, Essali A, et al. Coenzyme Q10 for heart failure. Cochrane Database Syst Rev. 2014(6):Cd008684.

12. Sangsefidi ZS, Yaghoubi F, Hajiahmadi S, Hosseinzadeh M. The effect of coenzyme Q10 supplementation on oxidative stress: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials. Food Sci Nutr. 2020;8(4):1766-76.

13. Modir M DF TN, Mohammadi M,Firoozmand H. The effects of four weeks of intense endurance training with coenzyme Q10 supplementation on the activity of antioxidant enzymes in female Speragodauli rats. Journal of the Faculty of Medicine, Mashhad University of Medical Sciences 2014;57(3):587-95(in Persian). 2014;57(3):587-95.

14. Vincent HK, Bourguignon CM, Vincent KR, Weltman AL, Bryant M, Taylor AG. Antioxidant supplementation lowers exercise-induced oxidative stress in young overweight adults. Obesity. 2006;14(12):2224-35.

15. Freiberger E, Sieber C, Pfeifer K. Physical activity, exercise, and sarcopenia–future challenges. Wiener Medizinische Wochenschrift. 2011;161(17):416-25.

16. Mohamadi, Eftekhar, seresht N. The effect of 8 weeks of increasing endurance training on superoxide dismutase activity and malondialdehyde levels in the heart tissue of rats with type 2 diabetes. Iranian Journal of Diabetes and Metabolism. 2020;19(5):261-8 (in persian).

17. Parsa Shkooh H, Saghebjoo M, Nazemi S, Hedayati M. The effect of continuous and interval endurance training on superoxide dismutase and catalase activity in sensoty roots of spinal cord in diabetic neuropathic rats. Journal of Sabzevar University of Medical Sciences. 2018;25(5):669-77.

18. Ghasemi E AM, Zarban A,. The effects of 10 weeks of hight intensity interval training and green tea supplementation on serum levels of sirtun 1 and catalase in overweight women. Sport physiology (research on sport science). 2017;8(32 #M0099).

19. Pala R, Beyaz F, Tuzcu M, Er B, Şahin N, Cinar V, et al. The effects of coenzyme Q10 on oxidative stress and heat shock proteins in rats subjected to acute and chronic exercise. J Exerc Nutr Biochem. 2018;22:14-20.

20. Rezaei S, Abbassi DA, Barari A, Ahmadi M. Effect of Eight Weeks Aerobic Training on The Levels of Antioxidant Enzymes in The Heart Tissue of Type 2 Diabetic Rats. Journal of Animal Physiology and Development (Quarterly Journal of Biological Sciences) 2020.

21. Mohammadi F, Nikseresht F. The effect of 8 weeks of increasing endurance training on superoxide dismutase enzyme activity and malondialdehyde levels in the heart tissue of type 2 diabetic rats. Iranian Journal of Diabetes and Metabolism. 2020.

22. Abbasi S, Khaledi N, Askari H. High intensity interval training increases the expression of hippocampus BDNF gene and decreases the serum tnf-α in Diabetic Rat. Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2020;42(5):591-600.

23. Ghasemi A, Jeddi S, Kashfi K. The laboratory rat: Age and body weight matter. EXCLI journal. 2021;20:1431-45.

24. Rezaei R, Nourshahi M, Khodagholi F, Haghparast A, Nasoohi S, Bigdeli M, et al. Differential impact of treadmill training on stroke-induced neurological disorders. Brain Injury. 2017;31(13-14):1910-7.

25. Eskandari A, Fashi M, Dakhili AB. Effect of high intensity interval and continuous endurance training on TRF2 and TERT gene expression in heart tissue of aging male rats. Journal of Gorgan University of Medical Sciences. 2019;21(2):43-9.

26. Bedford TG, Tipton CM, Wilson NC, Oppliger RA, Gisolfi CV. Maximum oxygen consumption of rats and its changes with various experimental procedures. J Appl Physiol. 1979;47(6):1278-83.

27. Samimi F BM, Eftekhar E, Jalali Mashayekh F. Effect of Coenzyme Q10 Supplementation on Liver Total Oxidant/Antioxidant Status in Streptozotocin-induced Diabetic Rats. J Arak Uni Med Sci 2019;22(4):28-39.

28. Mahdi Modir FD, Nader Tanideh, Mahdi Mohamadi, Hengameh Firouzmand. 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.

29. Høydal MA, Wisløff U, Kemi OJ, Ellingsen Ø. Running speed and maximal oxygen uptake in rats and mice: practical implications for exercise training. Eur J Prev Cardiol. 2007;14(6):753-60.

30. Shekarriz H, Galehdari,Khorsandi. Protective effects of aerobic exercise and crocin consumption on doxorubicin-induced oxidative stress in heart tissue of male rats. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 2020;15(2):11-20 (in persian).

31. Schaun MI, Motta LL, Teixeira R, Klamt F, Rossato J, Lehnen AM, et al. Preventive physical training partially preserves heart function and improves cardiac antioxidant responses in rats after myocardial infarction preventive physical training and myocardial infarction in rats. In J Sport Nutr Exerc Metab. 2017;27(3):197-203.

32. Mohammadi E, Nikseresh F. The effect of 8

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-06]

[DOI: 10.47176/rjms.32.28]

weeks of increasing endurance training on superoxide dismutase enzyme activity and malondialdehyde levels in heart tissue of type 2 diabetic rats. Iranian Journal of Diabetes and Metabolism. 2020:(in persian)

33. Lee BJ, Tseng YF, Yen CH, Lin PT. Effects of coenzyme Q10 supplementation (300 mg/day) on antioxidation and anti-inflammation in coronary artery disease patients during statins therapy: a randomized, placebo-controlled trial. Nutr J. 2013;12(1):1-9.

34. Jorat MV, Tabrizi R, Kolahdooz F, Akbari M, Salami M, Heydari ST, et al. The effects of coenzyme Q10 supplementation on biomarkers of inflammation and oxidative stress in among coronary artery disease: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Inflammopharmacology. 2019;27(2):233-48.

35. Modir M DF, Tanide N,Mohammadi M,Firoozmand H. The effects of four weeks of intense endurance training with coenzyme Q10 supplementation on the activity of antioxidant enzymes in female Speragodauli rats. Journal of the Faculty of Medicine, Mashhad University of Medical Sciences. 2014;57(3):587-95(in persian).

36. Ebrahimh S, Haghighi AM, Hosseyni A, Nikkhah K. The effect of eight weeks of combined training (aerobic-resistance) on the activity of antioxidant enzymes in women with multiple sclerosis with sexual cycle. Daneshvar Medicine: Basic and Clinical Research Journal. 2018;25(135): 19-26.(in persian).

37. Marius-Daniel R, Stelian S, Dragomir C. The effect of acute physical exercise on the antioxidant status of the skeletal and cardiac muscle in the Wistar rat. Romanian Biotechnol Lett. 2010;15(3):56-61.

38. Ristow M, Zarse K, Oberbach A, Klöting N, Birringer M, Kiehntopf M, et al. Antioxidants prevent health-promoting effects of physical exercise in humans. Proceed Natl Acad Sci. 2009;106(21):8665-70.

39. Seyfi S, Salehpoor. Effect of crocin supplementation on the changes of malondialdehyde and catalase in cardiomyocytes of male rats poisoned with hydrogen peroxide. Qom Univ Med Sci J. 2019;13(8):5-13(in persian).

40. Ahmadikakavandi M AK, Gheysari S. The effect of increasing resistance training on malondialdehyde concentration and superoxide desmutase enzyme activity in inactive elderly women. Journal of Paramedical Faculty of Tehran University of Medical Sciences (Pyavard Salmat). 2019:(in persian).

41. Xue R, Wang J, Yang L, Liu X, Gao Y, Pang Y, et al. Coenzyme Q10 ameliorates pancreatic fibrosis via the ROS-triggered mTOR signaling pathway. Oxid Med Cell Long. 2019;2019.

42. Abbasi delooyi A RS, Barari A,Ahmadi M. The effect of eight weeks of aerobic training on the levels of antioxidant enzymes in the heart tissue of type 2 diabetic rats. Animal physiology and development. 2020;13(4):49-60(in persian).

43. Belviranli M, Okudan N. Well-Known Antioxidants and Newcomers in Sport Nutrition: Coenzyme Q10, Quercetin, Resveratrol, Pterostilbene, Pycnogenol and Astaxanthin. In: Lamprecht M, editor. Antioxidants in Sport Nutrition. Boca Raton (FL): CRC Press/Taylor & Francis 2015 by Taylor & Francis Group, LLC.; 2015.

44. Zhang ZW, Xu XC, Liu T, Yuan S. Mitochondrion-Permeable Antioxidants to Treat ROS-Burst-Mediated Acute Diseases. Oxid Med Cell Longev. 2016;2016:6859523.

45. Zarei P, Rezvanfar MR, Ansarihadipour H, Delavar M, Abdollahi M, Khosrowbeygi A. Effects of coenzyme Q10 supplementation on the serum levels of amylase, adenosine deaminase, catalase, and total antioxidant capacity in women with type 2 diabetes mellitus: A randomized, double-blind placebo-controlled trial. Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences. 2018;23.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-06]

[DOI: 10.47176/rjms.32.28]