Received: 2023/9/11
Accepted: 2024/9/10
How to cite:
Karami Boroujeni F, Nazarali P, Shakibaee A. The effect of intermittent aerobic exercise and ginger extract on catalase, superoxide dismutase, and malondialdehyde in the hippocampus of aged rats. EBNESINA 2024;26(3):50-57.
DOI: 10.22034/26.3.50

Original Article

The effect of intermittent aerobic exercise and ginger extract on catalase, superoxide dismutase, and malondialdehyde in the hippocampus of aged rats

Fatemeh Karami Boroujeni[1], Parvaneh Nazarali[2], Abolfazl Shakibaee[3]✉

Abstract

Background and aims: Age-related metabolic changes and oxidative damage in the brain, particularly in the hippocampus, can contribute to cognitive decline and the onset of neurological disorders. This study aimed to investigate the effects of aerobic interval training and ginger extract on catalase and superoxide dismutase (SOD) activity, as well as malondialdehyde (MDA) levels, in the hippocampus of aged rats.

Methods: This semi-experimental study involved 20 Wistar rats with an average weight of 500 grams, randomly divided into four groups (n=5): control, ginger, training, and ginger, training+ginger group. The aerobic interval training protocol lasted for eight weeks, with three sessions per week. Ginger extract was administered at a dose of 100 mg/kg, dissolved in water and provided as the drinking water. One-way ANOVA and Tukey's post-hoc test were employed to analyze the data.

Results: Tukey's post-hoc test revealed that the mean MDA levels in both the training group and the training+ginger group were significantly lower than those in the control group (p=0.005 and p=0.013, respectively). Additionally, the mean levels of catalase and SOD in the training+ginger group were significantly higher compared to the control group (p=0.016 and p=0.034, respectively). No significant differences were observed between the means of the other groups and the control group.

Conclusion: The findings suggest that both aerobic exercise and its combination with ginger extract lead to a reduction in MDA levels. Although exercise and ginger consumption alone did not significantly affect MDA, SOD, or catalase levels, their combined effect resulted in an increase in antioxidant enzyme activity.

Keywords: ginger root, Exercise, Catalase, Malondialdehyde, Superoxide Dismutase

1. MSc of Sports Physiology, Department of Sports Physiology, College of Sports Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran
2. Associate professor, Department of Sports Physiology, College of Sports Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran
3.Assistant professor, Exercise Physiology Research Center, Life Style Institute, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran

✉ Corresponding Author:
Abolfazl Shakibaee
Address: Exercise Physiology Research Center, Life Style Institute, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran
Tel: +98 (21) 88600030
E-mail: shakibaeeabolfazl2@gmail.com

OPEN ACCESS
Copyright© 2024. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms. Downloaded from: http://www.ebnesina.ajaums.ac.ir

مقاله تحقیقی

اثر تمرینات تناوبی هوازی و عصاره زنجبیل بر کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز و مالون‌دی‌آلدهید در هیپوکمپ رت‌های سالمند

فاطمه کرمی‌بروجنی[۱]، پروانه نظرعلی[۲]، ابوالفضل شکیبائی[۳]✉

چکیده

زمینه و اهداف: با افزایش سن، تغییرات متابولیکی و آسیب‌های اکسیداتیو در مغز، به‌ویژه در ناحیه هیپوکمپ، می‌تواند منجر به کاهش عملکرد شناختی و بروز اختلالات عصبی شود. هدف این مطالعه بررسی تأثیر تمرینات تناوبی هوازی و مصرف عصاره زنجبیل بر فعالیت کاتالاز، سوپراکسیددیسموتاز (SOD) و میزان مالون‌دی‌آلدهید (MDA) در هیپوکمپ رت‌های سالمند بود.

روش بررسی: در این پژوهش نیمه‌تجربی تعداد ۲۰ سر رت نژاد ویستار با میانگین ۵۰۰ گرم به عنوان نمونه انتخاب شدند و به طور تصادفی به ۴ گروه پنج‌تایی (کنترل، زنجبیل، زنجبیل+تمرین و تمرین) تقسیم شدند. پروتکل تمرین در مدت ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته و زنجبیل به میزان ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن برای حیوانات تهیه و در آب حل شد و به صورت آشامیدنی در دسترس آنها قرار گرفت. جهت آزمون فرضیات از آنوای یکطرفه و آزمون تعقیبی توکی استفاده شد.

یافته‌ها: آزمون تعقیبی توکی نشان داد میانگین MDA گروه تمرین و گروه زنجبیل+تمرین به‌صورت معنی‌داری کمتر از گروه کنترل بود (به ترتیب $p=۰/۰۰۵$ و $p=۰/۰۱۳$). در عین حال میانگین کاتالاز و SOD گروه زنجبیل+تمرین به‌صورت معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل بود (به ترتیب $p=۰/۰۱۶$ و $p=۰/۰۳۴$) و بین میانگین سایر گروه‌ها و گروه کنترل تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

نتیجه‌گیری: یافته‌ها نشان داد تمرین به تنهایی و در تعامل با زنجبیل باعث کاهش MDA می‌شود. هر چند تمرین و مصرف زنجبیل به تنهایی تأثیر معناداری بر MDA، کاتالاز و SOR نداشت اما در ترکیب با یکدیگر باعث افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی شدند.

کلمات کلیدی: زنجبیل، تمرین ورزشی، کاتالاز، مالون‌دی‌آلدهید، سوپراکسید دیسموتاز

۱. کارشناس ارشد، دانشگاه الزهراء، دانشکده علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، تهران، ایران
۲. استاد، دانشگاه الزهراء، دانشکده علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، تهران، ایران
۳. استادیار، دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله(عج)، پژوهشکده سبک زندگی، مرکز تحقیقات فیزیولوژی ورزش، تهران، ایران

✉نویسنده مسئول: ابوالفضل شکیبائی
آدرس: دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله(عج)، پژوهشکده سبک زندگی، مرکز تحقیقات فیزیولوژی ورزش، تهران، ایران
تلفن: ۸۸۶۰۰۰۳۰ (۲۱) ۹۸+
ایمیل: shakibaeeabolfazl2@gmail.com

فصلنامه علمی پژوهشی ابن‌سینا / اداره بهداشت، امداد و درمان نهاجا (سال بیست و ششم، شماره سوم، پاییز۱۴۰۳، مسلسل ۸۸)
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۶/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۶/۲۰

همه حقوق مادی و معنوی این اثر به فصلنامه علمی پژوهشی ابن‌سینا / اداره بهداشت، امداد و درمان نهاجا تعلق دارد.

مقدمه

امروزه سالمندی با همه ابعاد فرهنگی و اقتصادی و روانی و اجتماعی از مسائل مهم و چالش‌زا برای بسیاری از خانواده‌ها و کشورها تبدیل شده است. در همین خصوص نتایج برخی از مطالعات نشان می‌دهد حدود ۶۰٪ از هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی، ۳۵٪ از ترخیص های بیمارستانی و ۴۷٪ از روزهای بستری در بیمارستان‌ها را افراد سالمند تشکیل می دهند. فعالیت بدنی ناکافی و کم تحرکی علت حدود ۲۰٪ از مرگ و میرهای ناشی از بیماری های قلبی–عروقی و دیگر بیماری‌های شناخته شده است [۱].

بر اساس مطالعات صورت گرفته با افزایش سن، تولید رادیکال های آزاد و گونه های اکسیژن واکنشی افزایش یافته و تولید آنتی‌اکسیدان‌ها کاهش پیدا می کند که این امر موجب افزایش استرس اکسیداتیو و بروز پیری می شود [۱]. در بررسی تأثیر فعالیت مقاومتی بر شاخص‌های آسیب اکسایشی کشتی‌گیران سالمند، نشان داده شد که فعالیت مقاومتی منجر به آسیب اکسایشی کمتری در بلندمدت می‌شود [۲]. وزولی[1] و همکاران نشان دادند، تمرین مقاومتی با شدت متوسط یک استراتژی مهم برای افزایش توده عضلانی و به حداقل رساندن استرس اکسیداتیو است [۳]. همچنین سلام[2] و همکاران در پژوهشی کاهش معنادار استرس اکسیداتیو و التهاب در سالمندی را گزارش و بیان کردند که آثار تمرین بسته به نوع، شدت، فرکانس و مدت زمان انجام تمرین و همچنین ویژگی های فردی متفاوت است [۴]. در مورد شاخص های آپوپتور نیز اسفندیارفرد و همکاران بیان کردند هشت هفته تمرین ورزشی فارغ از نوع تمرین، سبب تغییرات مثبت در عوامل آپوپتوزی می‌شود [۵]. همچنین نشان داده شده که هشت هفته تمرینات مقاومتی در افراد سالمند باعث کاهش معنادار در نسبت کاسپاز–۱ به کاسپا ز–۳ می شود [۶]. آئوکی[3] و و همکاران در تحقیقی نشان دادند ورزش‌های معمولی طولانی مدت و با بتاهیدروکسی-بتامتیل‌بوتیرات به همراه زنجبیل سیاه، ژن های مربوط به اتوفاژی و میتوکندری را در موش SAMP8 تغییر می‌دهد [۷].

در شرایط طبیعی همواره بین تولید گونه های فعال اکسیژن، نیتروژن و آنتی‌اکسیدان‌ها در افراد سالم تعادل برقرار است. اما در صورت از بین رفتن توازن اکساینده‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها، وضعیتی به نام استرس اکسیداتیو به وجود می آید که سبب آسیب وارد ساختن به درشت مولکول‌های زیستی مانند اسیدهای هسته‌ای، غشای فسفولیپیدی و پروتئین های داخل و خارج سلول و بروز بیماری‌های مختلف همچون بیماری های قلبی-عروقی، دیابت و دیگر بیماری‌ها می شود [۸]. سالخوردگی با شاخص های استرس اکسیداتیو مرتبط است و یکی از راه های کاهش استرس اکسیداتیو و جلوگیری از عوارض آن، استفاده از مکمل های آنتی‌اکسیدانی و ورزش است. تمرینات بلندمدت ورزشی سیستم آنتی‌اکسیدانی را تقویت می کند تا رادیکال های آزاد خنثی شوند [۹].

استرس اکسیداتیو با تغییر در سطح بیان برخی از ژن‌ها می تواند سلول را به تکثیر یا آپوپتوز هدایت کند. میتوکندری‌ها در قسمت های مختلف هومئوستاز سلولی از جمله سیگنالینگ گونه‌های اکسیژن فعال، در تنظیم مسیر درونی آپوپتوز نقش دارند [۱۰]. به علاوه در پژوهش‌ها بیان شده است که با افزایش سن، اختلال و صدمه ایجاد شده در میتوکندری باعث از دست رفتن عضلات اسکلتی و قلبی می شود که به نظر می رسد تا حد زیادی در نتیجه نبود فعالیت بدنی است. با توجه به بررسی های انجام شده، به نظر می رسد با افزایش سن و همچنین افزایش میزان رادیکال‌های آزاد و کاهش آنتی‌اکسیدان‌ها در زمان پیری، آپوپتوز افزایش می‌یابد [۱۱].

آپوپتوز یا مرگ برنامه‌ریزی شده سلولی یک شکل فیزیولوژیکی از مرگ سلولی است که در دوران رشد و نمو جنینی و پیری رخ می‌دهد. همچنین، آپوپتور نامناسب یا بیش از حد در بسیاری از شرایط پاتولوژیک منجر به از بین رفتن

1. Vezzoli
2. Sallam
3. Aoki

نورون‌ها می‌شود [۱۲]. از سوی دیگر نداشتن فعالیت جسمانی عاملی خطرناک و مهم برای کاهش شناختی در سالمندی و برای بیماری آلزایمر است [۱۳]. بر عکس، ورزش ملایم اما منظم، می تواند اثری محافظتی داشته باشد، حتی اگر پس از اواسط زندگی شروع شود [۱۴]. فعالیت جسمانی به عنوان رفتاری که ممکن است در خلال تکامل توسعه یابد، می تواند عملکردهای مغزی شامل شناخت، یادگیری و حافظه را تحت تأثیر قرار دهد و این احتمال وجود دارد که در جلوگیری از مرگ نورونی در فرایندهای تخریب عصبی ایفا نقش کند [۱۵].

استرس اکسیداتیو عبارت است از عدم تعادل بین تولید رادیکال‌های آزاد و ظرفیت دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن. افزایش تولید رادیکال‌های آزاد و یا کاهش سطح آنتی‌اکسیدان‌ها ممکن است باعث تخریب اکسیداسیونی سلولی اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه موجود در ساختمان غشای سلولی شده و در صورتی که این تخریب اکسیداسیونی شروع شود، به طور زنجیروار ادامه یافته و بدین ترتیب مالون‌دی‌آلدهید (MDA)[1] تولید می‌شود. MDA مولکولی است که از زیرده اکسیدان‌ها و رادیکال‌های آزاد بوده و در سلول‌های پستانداران قابلیت تولید دارد. این وضعیت در نهایت ممکن است باعث مرگ سلولی همراه با علایم گسترده بیماری شود [۱۶]. در واقع MDA شاخصی مناسب برای تعیین مقدار آسیب غشای سلول و استرس اکسیداتیو است. این در حالی است که آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی سوپراکسیددیسموتاز (SOD)[2] و کاتالاز به عنوان عوامل مداخله‌گر، برای جلوگیری از بروز واکنش‌های زنجیره‌ای رادیکال‌های آزاد، وارد عمل شده و در تعدیل استرس اکسیداتیو نقش مؤثری ایفا می‌کنند [۱۷].

علی‌رغم اثرات کم‌تحرکی و سالمندی، به نظر می‌رسد ورزش منظم و مکمل‌های غذایی مناسب می‌تواند تأثیر مفیدی در روند سلامت در سالمندی داشته باشد و در هر سنی تغییر در الگوی زندگی همچون فعالیت بدنی و ورزش، عاملی مهم در کاهش مرگ و افزایش طول عمر است [۱۷].

اکبری و همکاران تأثیر عصاره زنجبیل بر عملکرد کبد و استرس اکسیداتیو در موش‌های صحرایی نر را بررسی کردند. نتایج نشان‌دهنده افزایش قابل توجه بیومارکرهای استرس اکسیداتیو و بیومارکرهای عملکرد کبد در مقایسه با سایر گروه‌ها بود. سطح نشانگرهای آنزیمی تغییر یافته به طور قابل توجهی در گروه درمان همزمان زنجبیل (زنجبیل و اتانول) بهبود یافت، در حالی که تفاوت معنی‌داری در پارامترهای بیوشیمیایی در گروه زنجبیل به تنهایی و گروه کنترل مشاهده نشد [۱۸]. نیکخواه‌بداقی و همکاران نتیجه گرفتند، در حالی که میانگین معیارهای تن‌سنجی و مقادیر دریافتی رژیم غذایی در طول مطالعه بدون تغییر باقی می‌ماند، سطح MDA در گروه زنجبیل در مقایسه با گروه دارونما کاهش یافت [۸]. برخی از محققین نشان دادند که تمرینات ورزشی اثرات مثبتی بر پیشگیری از بیماری‌ها داشته و پیامدهای سلامتی به همراه خود دارد [۱۹]. استرس اکسیداتیو یک عامل پاتولوژیک مهم در انسان است و مطالعات در این زمینه ممکن است سهم مهمی برای درک بهتر و مدیریت بیماریهای مختلف در آینده باشد [۲۰]. در همین رابطه هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر یک دوره تمرین تناوبی هوازی و مکمل یاری زنجبیل بر بر فعالیت کاتالاز و SOD و MDA در هیپوکمپ رت‌های نر سالمند بود.

روش بررسی

این مطالعه تجربی آزمایشگاهی بر روی ۲۰ موش صحرایی نر مسن ویستار با میانگین سنی ۱۸ تا ۲۴ ماه و میانگین وزن ۵۰۰ گرم انجام شد. نمونه‌ها بر اساس همسان‌سازی وزن موش‌ها به طور تصادفی به چهار گروه ۵تایی تقسیم شدند: ۱) کنترل؛ ۲) زنجبیل؛ ۳) زنجبیل+تمرین؛ و ۴) تمرین. نمونه‌ها به مدت ۸ هفته در قفس‌های پلی‌کربنات شفاف کدگذاری شده با فضای کافی برای تحرک آنها و در محیطی با دمای ۳±۲۲ درجه سانتی‌گراد و چرخه روشنایی به تاریکی ۱۲:۱۲ ساعت و رطوبت ۴۰ تا ۵۰٪ نگهداری شدند.

1. Malondialdehyde
2. Superoxide dismutase

نمونه‌ها از پلت استاندارد مخصوص موش های آزمایشگاهی و آب به صورت آزادانه در طول دوره پژوهش استفاده می‌کردند و گروه‌های مکمل روزانه ۱۰۰ میلی‌گرم بـه ازای هـر کیلـوگرم وزن بدن مکمل به شکل خوراکی مصرف می‌کردند.

رت های مورد آزمایش به مدت یک هفته پس از انتقال بـه آزمایشگاه بدون دریافت هیچ نوع آزمایشی به منظور آشـنایی و سازگاری با محیط جدید، نگهداری شـدند. پـس از آن پروتکـل تمرینی و مصرف مکمل انجام شد.

بعـد از آشناسـازی رت‌هـا بـا محـیط آزمایشـگاه، حیوانـات گروه های تمرینی برای آشـنایی بـا نـوع تمـرین، ۳ جلسـه ۱۰ دقیقه‌ای با سرعت ۵ متر بر دقیقه و شیب صفر بر روی تردمیل به مدت یک هفته تمرین ورزشی کردنـد. پروتکـل تمـرین بـر اساس مطالعه قبلـی صـدری و همکـاران انجـام گرفـت [۲۱]. پروتکل تمرین تناوبی هوازی در مـدت ۸ هفتـه و ۳ جلسـه در هفته در ساعات ۱۷ تا ۱۹ روی تردمیل اجـرا گردیـد. پروتکـل تمرین تناوبی هوازی رت‌ها در جدول ۱ نشان داده شـده اسـت. در ابتدای هر جلسه، رت‌ها به مدت ۳ دقیقه و با سرعت ۵ متـر بر دقیقه روی تردمیل گرم کردند در انتهـای هـر جلسـه نیـز ۲ دقیقه با سرعت ۵ متـر بـر دقیقـه بـرای سـرد کـردن بـر روی تردمیل تمرین کردند.

زنجبیل برای حیوانات و در آب تهیه شد و بـه میـزان ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن به صورت آشامیدنی در دسترس آنهـا قرار گرفت. در این مطالعه عصاره هیدروالکلی زنجبیل تهیه شد و از ریزوم زنجبیل تازه (عرضـه شـده در بـازار داخلـی تهـران) استفاده شد. ابتدا زنجبیل به انـدازه‌هـای کوچـک بـرش داده و سپس در دمای اتاق خشک شد و پس از چند روز، ریـزوم‌هـای خشک شده آسیاب شدند. برای تهیه عصاره متانولی، ۲۰۰ گـرم پودر ریشه خشک زنجبیل با ۱۴۰۰ میلـی‌لیتـر محلـول متـانول ۷۰٪ در فلاسک ته گرد بـه مـدت ۷۲ سـاعت در دمـای اتـاق مخلوط شد و سپس عصاره متانولی تهیه شده صاف گردید و در

جدول ۱- پروتکل تمرین تناوبی هوازی [۲۱]

هفته	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
شدت تمرین (متر بر دقیقه)	۱۲	۱۴	۱۶	۱۸	۲۰	۲۲	۲۴	۲۶
تکرار (تعداد)	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷
زمان (دقیقه)	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
شدت استراحت فعال (متر بر دقیقه)	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
زمان استراحت فعال (دقیقه)	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
شیب (درجه)	۰	۰	۵	۵	۱۰	۱۰	۱۵	۱۵

دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد با استفاده از اواپراتور چرخشی[1] برای حذف آب تبخیر شد. برای افزایش ماندگاری و همگنی متـانول، با استفاده از خشک کردن انجمـادی لیـوفیلیز شـد و در دمـای ۲۰- درجه سانتی‌گـراد نگهـداری شـد. بـرای بررسـی MDA، SOD و کاتـالاز از کیـت‌هـای سـنجش مربوطـه (شـرکت ZellBio GmbH کشور آلمان) بر اساس دسـتوالعمل اسـتفاده شد [۲۲]. پس از پایان دوره تیمار (۴۸ سـاعت پـس از آخـرین جلسه تمرینی و ۱۲ ساعت ناشتایی نمونه‌ها)، رت‌ها آسان‌کشـی شده و مغز آنها خارج و هموژن شد. برای بی‌هوشـی از ترکیـب کتامین ۱۰٪ به میـزان ۸۰ mg/kg و زایلیـزین ۲٪ بـه میـزان ۱۰ mg/kg استفاده شد. پس از بی‌هوشی کامل و تست درد بـا فشردن دم رت و عدم پاسخ به محرک، مغز شکافته شد. بعـد از اندازه‌گیری وزن مغز، قسمتی از آن در ازت مایع انداخته شد تـا پس از هموژنیزاسیون برای سـنجش فعالیـت کاتـالاز، SOD و میزان MDA در هیپوکمپ مورد استفاده قرار گیرد.

ملاحظات اخلاقی

تمام مراحل کار با حیوانات مطابق پروتکل‌های تأییـد شـده توسط کمیته اخلاق کار با حیوانات انجام گرفـت و مغـایرتی بـا اصول اخلاق پزشکی ندارد.

تجزیه و تحلیل آماری

از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ برای تجزیه و تحلیـل داده‌هـا استفاده شد. آمار توصیفی به صورت میـانگین و انحـراف معیـار بیان شده است. بـرای مقایسـه میـانگین پارامترهـای مختلـف بیوشیمیایی بین گروه‌های پژوهشی از آزمون آنوا استفاده شد. از

1. rotary evaporator

آزمون تعقیبی توکی برای مقایسه میانگین دو به دو متغیرهای بین گروه‌ها استفاده شد. در کلیه آزمون‌ها مقدار $p<۰/۰۵$ معنی‌دار تلقی گردید.

یافته‌ها

نتایج مقایسه وزن رت های سالمند نشان داد بین میانگین وزن گروه‌ها تفاوت آماری معنی‌داری وجود ندارد ($p=۰/۰۶۰$).

جهت بررسی پیش فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیروویلک استفاده شد. بات توجه به نتایج این آزمون، متغیرها از توزیع نرمال برخوردار بودند؛ لذا جهت مقایسه گروه‌ها از آزمون آنوای یکطرفه استفاده شد.

یافته‌های توصیفی (میانگین و خطای استاندارد) متغیرها به تفکیک گروه‌ها و مقایسه آنها در جدول ۲، ارائه شده است. نتایج آزمون آنوای یکطرفه نشان داد، بین میانگین کاتالاز گروه‌های پژوهش تفاوت آماری معنی‌داری وجود دارد [$\eta2=۰/۴۵$، $F(۳و۱۶)=۴/۳۸۲$، $p=۰/۰۲۰$]. همچنین نتایج آزمون آنوای یکطرفه نشان داد، بین میانگین MDA گروه‌های پژوهش نیز تفاوت آماری معنی‌داری وجود دارد [$\eta2=۰/۵۶$، $F(۳و۱۶)=۶/۸۶۴$، $p<۰/۰۰۱$] و بین میانگین SOD گروه‌های پژوهش نیز تفاوت آماری معنی‌داری وجود دارد [$\eta2=۰/۴۵$، $F(۳و۱۶)=۴/۵۱۵$، $p=۰/۰۱۸$].

جهت مقایسه دو به دو میانگین متغیرهای گروه‌ها از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد که نتایج آن در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج آزمون توکی نشان داد تنها میانگین کاتالاز گروه زنجبیل+تمرین به صورت معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل بود ($p=۰/۰۱۶$) و بین میانگین سایر گروه‌ها و گروه کنترل تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. همچنین نتایج این آزمون نشان داد میانگین MDA گروه تمرین به صورت معنی‌داری کمتر از گروه کنترل بود ($p=۰/۰۰۵$). همچنین میانگین MDA گروه زنجبیل+تمرین نیز به صورت معنی‌داری کمتر از گروه کنترل بود ($p=۰/۰۱۳$). اما بین میانگین سایر گروه‌ها و گروه کنترل تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. نتایج آزمون توکی همچنین نشان داد تنها میانگین SOD گروه زنجبیل+تمرین به صورت معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل بود ($p=۰/۰۳۴$) و بین میانگین سایر گروه‌ها و گروه کنترل تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

جدول ۲- توصیف متغیرهای وابسته به تفکیک گروه‌های پژوهش

متغیر	گروه				مقدار p
	کنترل	زنجبیل	زنجبیل+تمرین	تمرین	
وزن	۰/۵۱±۰/۰۵۴	۰/۴۴±۰/۰۴۲	۰/۴۶±۰/۰۲۷	۰/۴۵±۰/۰۱۸	۰/۰۶۰
MDA	۱/۶۸±۰/۱۳۹	۱/۴۰±۰/۰۹۲	۱/۰۴±۰/۰۴۸	۰/۹۶±۰/۱۸۳	<۰/۰۰۱
کاتالاز	۶/۹۵±۰/۴۹۶	۹/۴۵±۰/۴۳۲	۱۰/۹۳±۰/۰۳۵	۱۰/۰۵±۰/۰۷۵	۰/۰۲۰
SOD	۱۴/۹۱±۰/۷۴۳	۱۵/۴۸±۱/۰۸۴	۲۰/۶۵±۱/۹۷۶	۱۴/۷۵±۱/۱۸۲	۰/۰۱۸

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که تمرین تناوبی هوازی و مصرف مکمل عصاره زنجبیل می‌تواند استرس اکسیداتیو را کاهش داده و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی هیپوکامپ موش‌های مسن را بهبود بخشد. یافته ها نشان می دهد که میانگین سطوح MDA در گروه تمرین و گروه مداخله ترکیبی (زنجبیل+تمرین) به‌طور معنی‌داری کمتر از گروه کنترل بود، که نشان می دهد هم تمرین و هم عصاره زنجبیل ممکن است اثرات آنتی‌اکسیدانی داشته باشند. با این حال تفاوت معنی‌داری بین میانگین سطوح MDA گروه کنترل و گروه مصرف کننده زنجبیل وجود نداشت، که نشان می‌دهد عصاره زنجبیل به تنهایی ممکن است اثر آنتی‌اکسیدانی قابل توجهی نداشته باشد.

همچنین نتایج نشان داد که میانگین سطوح کاتالاز در گروه مداخله ترکیبی به طور معنی‌داری بالاتر از گروه کنترل بود که نشان می‌دهد ترکیب تمرین و عصاره زنجبیل ممکن است اثر هم افزایی بر ظرفیت آنتی اکسیدانی داشته باشد. با این حال تفاوت معنی‌داری بین میانگین سطوح کاتالاز سایر گروه‌ها و گروه کنترل وجود نداشت که نشان می‌دهد ورزش و عصاره زنجبیل به تنهایی ممکن است تأثیر معنی داری بر ظرفیت

جدول ۳- آزمون تعقیبی توکی برای مقایسه دو به دو میانگین متغیرهای گروه‌ها

گروه (۱)	گروه (۲)	کاتالاز		MDA		SOD	
		تفاوت میانگین	مقدار p	تفاوت میانگین	مقدار p	تفاوت میانگین	مقدار p
کنترل	زنجبیل	-۲/۵۰۴	۰/۱۷۴	۰/۲۷۴	۰/۴۴۴	-۰/۵۷۰	۰/۹۹۰
	زنجبیل+تمرین	-۳/۹۷۸	۰/۰۱۶	۰/۶۳۲	۰/۰۱۳	-۵/۷۳۸	۰/۰۳۴
	تمرین	-۳/۱۰۰	۰/۰۷۰	۰/۷۱۸	۰/۰۰۵	۰/۱۶۰	۱/۰۰۰
زنجبیل+تمرین	زنجبیل	۱/۴۷۴	۰/۵۸۹	-۰/۳۵۸	۰/۲۳۰	۵/۱۶۸	۰/۰۶۱
	تمرین	۰/۸۷۸	۰/۸۷۱	۰/۰۸۶	۰/۹۶۲	۵/۸۹۸	۰/۰۹۲
تمرین	زنجبیل	۰/۵۹۶	۰/۹۵۴	-۰/۴۴۴	۰/۱۰۲	-۰/۷۳۰	۰/۹۷۹

آنتی‌اکسیدانی نداشته باشد. نتایج آزمون تعقیبی نیز نشان داد تنها میانگین SOD گروه مداخله ترکیبی به صورت معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل بود و بین میانگین سایر گروه‌ها و گروه کنترل تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

یافته‌های این مطالعه با مطالعات قبلی که نشان داده‌اند تمرین و عصاره زنجبیل می تواند استرس اکسیداتیو را کاهش داده و ظرفیت آنتی اکسیدانی را در بافت ها و سلول های مختلف بهبود بخشد، مطابقت دارد [۱]. نتایج همچنین نشان می‌دهد که ترکیب تمرین و عصاره زنجبیل ممکن است در کاهش استرس اکسیداتیو و بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مؤثرتر از هر یک از مداخلات به تنهایی باشد.

نتایج این مطالعه با تحقیقات قبلی که نشان داده است تمرین می‌تواند استرس اکسیداتیو را کاهش داده و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را در بافت‌ها و سلول‌های مختلف بهبود بخشد، مطابقت دارد [۱]. با این حال برخی از تناقضات با تحقیقات قبلی وجود دارد. به عنوان مثال، برخی از مطالعات نشان داده‌اند که عصاره زنجبیل به تنهایی ممکن است اثر آنتی‌اکسیدانی قابل توجهی داشته باشد [۲۲]، در حالی که برخی دیگر نشان داده‌اند که ورزش به تنهایی ممکن است اثر آنتی‌اکسیدانی قابل توجهی داشته باشد [۱]. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ترکیب ورزش و عصاره زنجبیل ممکن است در کاهش استرس اکسیداتیو و بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مؤثرتر از هر یک از مداخلات به تنهایی باشد.

به طور کلی نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تمرینات تناوبی هوازی و مصرف مکمل عصاره زنجبیل می تواند استرس اکسیداتیو را کاهش داده و ظرفیت آنتی اکسیدانی هیپوکامپ موش‌های مسن را بهبود بخشد. یافته‌ها نشان می‌دهد که ترکیب ورزش و عصاره زنجبیل ممکن است در کاهش استرس اکسیداتیو و بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مؤثرتر از هر یک از این مداخلات به تنهایی باشد. تحقیقات بیشتری برای تأیید این یافته‌ها و کشف مکانیسم‌هایی که ورزش و عصاره زنجبیل اثرات آنتی‌اکسیدانی خود را اعمال می‌کنند مورد نیاز است.

تشکر و قدردانی

این مقاله منتج از یافته‌های پایان‌نامه نویسنده اول است که به تأیید کمیته اخلاق در پژوهش پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی با کد IR.SSRC.REC.1402.189 رسیده است.

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند که از همه کسانی که در انجام این پژوهش یاری رساندند، تشکر نمایند.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که در این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافعی وجود ندارد.

سهم نویسندگان

همه نویسندگان در ایده‌پردازی و انجام طرح، همچنین نگارش اولیه مقاله یا بازنگری آن سهیم بوده‌اند و همه با تأیید نهایی مقاله حاضر مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می‌پذیرند.

منابع مالی

در این پژوهش از هیچ ارگانی کمک مالی دریافت نگردید.

References

1. Baghaiee B, Bayatmakoo R, Karimi P, Shannon Pescatello L. Moderate aerobic training inhibits middle-aged induced cardiac calcineurin-NFAT signaling by improving TGF-ß, NPR-A, SERCA2, and TRPC6 in wistar rats. Cell Journal. 2021;23(7):756-762. doi:10.22074/cellj.2021.7531

2. Cakir-Atabek H, Demir S, PinarbaŞili RD, Gündüz N. Effects of different resistance training intensity on indices of oxidative stress. Journal of Strength and Conditioning Research. 2010;24(9):2491-2497. doi:10.1519/JSC.0b013e3181ddb111

3. Vezzoli A, Mrakic-Sposta S, Montorsi M, Porcelli S, Vago P, Cereda F, et al. Moderate intensity resistive training reduces oxidative stress and improves muscle mass and function in older individuals. Antioxidants 2019;8(10):1-17. doi:10.3390/antiox8100431
4. Sallam N, Laher I. Exercise modulates oxidative stress and inflammation in aging and cardiovascular diseases. Oxidative Medicine and Cellular Longevity. 2016;2016:1-32. doi:10.1155/2016/7239639
5. Esfandiarifar A, Azarbayjani MA, Peeri M, Jameie SB. The effect of resistance training and berberine chloride on the apoptosis-related unfolded protein response signaling pathway in the hippocampus of diazinon-poisoned rats. Basic and Cinical Neuroscience. 2021;12(3):373-382. doi:10.32598/bcn.2021.2250.1
6. Mejías-Peña Y, Estébanez B, Rodriguez-Miguelez P, Fernandez-Gonzalo R, Almar M, de Paz JA, et al. Impact of resistance training on the autophagy-inflammation-apoptosis crosstalk in elderly subjects. Aging 2017;9(2):408-418. doi:10.18632/aging.101167
7. Aoki K, Konno M, Tokinoya K, Honda K, Abe T, Nagata T, et al. Long-Term habitual exercise and combination of β-Hydroxy-β-methylbutyrate plus black ginger alter the autophagy and mitochondria related genes in SAMP8 mice. Journal of Nutritional Science and Vitaminology. 2022;68(1):39-46. doi:10.3177/jnsv.68.39
8. Nikkhah-Bodaghi M, Darabi Z, Agah S, Hekmatdoost A. The effects of Nigella sativa on quality of life, disease activity index, and some of inflammatory and oxidative stress factors in patients with ulcerative colitis. Phytotherapy Research. 2019;33(4):1027-1032. doi:10.1002/ptr.6296
9. Naghizadeh H, banparvari M, Salehikia A. Effect of one course exercise with consumption Vitamin E on antioxidant status and Cardiovascular Risk Factors. Zahedan Journal of Research in Medical Sciences. 2010;12(1):e94350.
10. Ahmadnia A, Fashi M, Asad MR. Effect of six weeks endurance training on gene expression of apoptotic and anti-apoptotic in left ventricle cardiac of elderly male rats. Sport Physiology. 2019;11(42):31-46. [Persian] doi:10.22089/spj.2018.4865.1656
11. Hepple RT. Impact of aging on mitochondrial function in cardiac and skeletal muscle. Free Radical Biology & Medicine. 2016;98:177-186. doi:10.1016/j.freeradbiomed.2016.03.017
12. Hasani S, Habibian M. The effect of regular high-intensity interval exercise on some apoptotic factors in the brain tissue of old female rats. Feyz Medical Sciences Journal. 2018;22(2):128-133. [Persian]
13. Coelho FG, Vital TM, Stein AM, Arantes FJ, Rueda AV, Camarini R, et al. Acute aerobic exercise increases brain-derived neurotrophic factor levels in elderly with Alzheimer's disease. Journal of Alzheimer's Disease. 2014;39(2):401-408. doi:10.3233/jad-131073
14. Boecker H, Hillman C, Scheef L, HK. S. Functional neuroimaging in exercise and sport sciences. New York – Heidelberg: Springer Verlag; 2012.
15. Valipour Dehnou V, Motamedi R. The effect of one circuit training session on the serum levels of brain-derived neurotrophic factor and insulin-like growth factor-1 in the elderly. Salmand: Iranian Journal of Ageing. 2019;13(4):428-439. [Persian] doi:10.32598/sija.13.4.428
16. Penckofer S, Schwertz D, Florczak K. Oxidative stress and cardiovascular disease in type 2 diabetes: the role of antioxidants and pro-oxidants. The Journal of Cardiovascular Nursing. 2002;16(2):68-85. doi:10.1097/00005082-200201000-00007
17. Sarani H, Aghayi N, Saffari M, Akbari yazdi H. Factors affecting the participation of Iranian elderly people in sporting activities from the perspective of the experts: A qualitative study. Iranian Journal of Health Education and Health Promotion. 2018;6(2):147-158. [Persian] doi:10.30699/acadpub.ijhehp.6.2.147
18. Akbari A, Nasiri K, Heydari M, Nimrouzi M, Afsar T. Ameliorating potential of ginger (zingiber officinale roscoe) extract on liver function and oxidative stress induced by ethanol in male rats. Zahedan Journal of Research in Medical Sciences. 2019;21(2):e86464. doi:10.5812/zjrms.86464
19. Liguori I, Russo G, Aran L, Bulli G, Curcio F, Della-Morte D, et al. Sarcopenia: Assessment of disease burden and strategies to improve outcomes. Clinical Interventions in Aging. 2018;13:913-927. doi:10.2147/cia.S149232
20. Sharifi-Rad M, Anil Kumar NV, Zucca P, Varoni EM, Dini L, Panzarini E, et al. Lifestyle, oxidative stress, and antioxidants: Back and forth in the pathophysiology of chronic diseases. Frontiers in Physiology. 2020;11:1-21. doi:10.3389/fphys.2020.00694
21. Sadri S, Sharifi G, Jalali Dehkordi K. Effects of high intensity interval training (up & downward running) with BCAA/nano chitosan on Foxo3 and SMAD soleus muscles of aging rat. Life Sciences. 2020;252:117641. doi:10.1016/j.lfs.2020.117641
22. Abazari O, Shakibaee A, Shahriary A, Arabzadeh E, Hofmeister M. Hepatoprotective effects of moderate-intensity interval training along with ginger juice in an old male rat model. Pflügers Archiv : European Journal of Physiology. 2023;475(4):437-452. doi:10.1007/s00424-023-02787-y