مجله علوم پزشکی رازی دوره ۲۸، شماره ۴، تیر ۱۴۰۰ http://rjms.iums.ac.ir

مقاله پژوهشی

تأثیر هم زمان تمرین استقامتی و اکتاپامین بر استرس اکسیداتیو در مخچه موش‌های تیمار شده با DFO

طاووس ضیائی بیگدلی: گروه فیزیولوژی ورزشی واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

مقصود پیری: گروه فیزیولوژی ورزشی واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (* نویسنده مسئول) m.peeri@iautb.ac.ir

محمدعلی آذربایجانی: گروه فیزیولوژی ورزشی واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف: روغن‌های زیاد سرخ شده (DFO) روشی رایج در تهیه بسیاری از خوراکی‌ها می‌باشد. حرارت زیاد ترکیبات تشکیل دهنده روغن را تغییر داده و بر سلامت افراد تأثیر می‌گذارد. هدف از این مطالعه تعیین تأثیر تمرین هوازی و اکتاپامین بر غلظت MDA و فعالیت SOD در بافت مخچه موش دریافت کننده DFO بود.

روش کار: در تحقیق حاضر از بین موش‌های نر نژاد ویستار با میانگین سنی ۲۰ هفته و وزن ۳۵۰-۳۰۰ گرم، ۳۰ سر موش بطور تصادفی انتخاب و به ۵ گروه کنترل سالم ، بیمار (DFO) ، بیمار+ اکتاپامین ، بیمار+ ورزش ، بیمار+ اکتاپامین + ورزش تقسیم شدند. به ازای هر ۱۰۰ گرم وزن موش ۸۱ µmol/kg اکتاپامین حل شده با نرمال سالین ۹٪ به مدت ۴ هفته و ۵ روز در هفته به صورت درون صفاقی تزریق شد. همچنین روغن روزانه به میزان ۰/۱ cc به ازای هر ۱۰۰ گرم وزن موش از طریق گاواژ خورانده شد. گروه های تمرین پنج جلسه در هفته با سرعت ۲۶ متر در دقیقه و ۲۰ دقیقه در روز بر روی تردمیل تمرین کردند. بعد از ۴ هفته سنجش فعالیت SOD و MDA بر روی نمونه‌های مخچه فیکس شده انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد دریافت DFO به‌طور معنی‌داری غلظت MDA را افزایش و میزان فعالیت SOD را کاهش می‌دهد ($p<۰/۰۱$). دریافت اکتاپامین و تمرین هریک به تنهایی منجر به افزایش میزان فعالیت SOD و کاهش میزان MDA شدند ($p<۰/۰۵$). تعامل تمرین و اکتاپامین تأثیر هم افزایی معنی‌داری برکاهش غلظت MDA و افزایش فعالیت SOD داشت ($p<۰/۰۱$).

نتیجه‌گیری: نتایج تحقیق حاضر تایید کننده تأثیر تمرین و اکتاپامین بر افزایش محافظت عصبی در برابر شاخص‌های استرس اکسیداتیو می‌باشد.

تعارض منافع: گزارش نشده است.

منبع حمایت‌کننده: حامی مالی نداشته است.

کلیدواژه‌ها

DFO،

تمرین استقامتی،

اکتاپامین،

مالون دی آلدئید،

سوپر اکسید دیسموتاز

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۱۴

تاریخ چاپ: ۱۴۰۰/۰۴/۱۹

شیوه استناد به این مقاله:

Ziaie Bigdeli T, Peeri M, Azarbayj MA. Synergic effects of endurance training and octopamine on oxidative stress in the cerebellum of male rats treated with Deep frying oils. Razi J Med Sci. 2021;28(4):125-134.

*انتشار این مقاله به‌صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 3.0 صورت گرفته است.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-18]

Razi Journal of Medical Sciences. 2021;28(4):125-134. http://rjms.iums.ac.ir

Original Article

Synergic effects of endurance training and octopamine on oxidative stress in the cerebellum of male rats treated with Deep frying oils

Tavoos Ziaie Bigdeli: Department of Exercise Physiology, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
Maghsoud Peeri: Department of Exercise Physiology, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran (*Corresponding author) m.peeri@iautb.ac.ir
Mohammad Ali Azarbayjani: Department of Exercise Physiology, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract

Background & Aims: Deep frying oil (DFO) are a method used in many fast foods. High heat has changed the structure of oil, which can affect people's health. Fried oils can produce reactive oxygen species (ROS) that can play an important role in many pathological conditions. ROS in cerebellar tissue can cause oxidative stress and damage nerve cells.
Regular physical activity, as a necessity for a healthy life, can affect all organs and systems of the body, and has a valuable role in the functioning of the central nervous system and they are effective in preventing or delaying the death of cerebellar cells.
Also the use of some supplements, such as herbal supplements, can increase the antioxidant effects of exercise, which can affect the cerebellum tissue and neutralize the oxidative damage caused by harmful foods . In general , along with endurance training, a variety of herbal remedies can be prescribed. Octopamine has been reported to modulate some neurophysiological processes due to its stimulant function, which increases the efficiency of physical function in endurance training, so it can be used as a supplement. Therefore, due to the increase in consumption of foods prepared with DFO ,The present study aimed to review the effects of aerobic exercise and octopamine supplement on the activity of SOD and MDA concentration in cerebellar tissue of rats fed with DFO.
Methods: This experimental study, was conducted on 30 adult male wistar rats average aged 20 weeks with an average weight of 300-350 gr . The subjects were randomly divided into 5 groups: Healthy Control, DFO Control, exercise+DFO , DFO+octopamine , DFO+exercise+octopamine . At the beginning of the first week, the subjects were exposed to DFO poisoning 0.1cc per 100 gr of body weight by Gavage. The rats received the intraperitoneal injection of octopamine (81 mMol / kg /day) for 4 weeks, 5 days per week. Training was done for 4 weeks, 5 days a week and 20 minutes per day at a speed of 26 m/minute aerobic exercises. After 4 weeks, all rats were anesthetized with respiratory chloroform and histoplasty was performed and MDA and SOD levels were measured on samples fixed cerebellum. Finally, descriptive statistics and Shapiro-Wilk tests, two-way analysis of variance and Bonferroni post hoc using SPSS software were used to analyze the data.
Results: DFO intake significantly increased MDA concentration and decreased SOD activity ($p<0.01$).
Exercise significantly reduced cerebellar MDA concentration ($F=174.87$, $P=0.001$). Octopamine supplementation had a significant reduction in cerebellar MDA concentration ($F=211.61$, $P=0.001$). The interaction of exercise and octopamine

Keywords
DFO,
Endurance Training,
Octopamine,
MDA,
Superoxide dismutase

Received: 03/04/2021
Published: 10/07/2021

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-18]

supplementation had a significant decrease on cerebellar MDA concentration more than the effect of each intervention alone (F=4.39, P=0.049).
Exercise significantly increased cerebellar SOD activity (F=200.65, P=0.001). Octopamine supplementation had the effect of increasing cerebellar SOD activity (F=99.79, P=0.001). The interaction of exercise and octopamine supplementation also had a significant increase in cerebellar SOD activity more than the effect of each intervention alone (F=22.87, P=0.001).
Conclusion: The results of this study showed that endurance training combined with octopamine consumption can reduce the oxidative damage caused by unhealthy diets such as deep-heated oils in brain tissue. The reception of deep frying oils by reducing the activity of SOD enzyme and increasing the concentration of MDA causes the development of oxidative pressure in cerebellum tissue.
SOD are the front line of defense against oxygen-induced damage (ROS). These proteins reduce free radicals that damage cells in excessive concentrations. MDA which is the result of peroxidation of lipids, especially membrane lipids, as one of the most important mediators of free radical damage, can easily and extensively bind or break down important biological macromolecules such as proteins and nucleic acids, which can lead to a variety of diseases.
Regular endurance training can lead to the adaptation of the antioxidant system and improve the capacity of this system in the detoxification reaction, or in other words, the neutralization of active species of oxygen and nitrogen. Also, the use of herbal supplements such as octopamine is able to increase the antioxidant effects of exercise, which can affect the cerebellum tissue and neutralize the oxidative damage caused by harmful foods. Due to its stimulant function, octopamine modulates some neurophysiological processes that increase the efficiency of physical function in endurance training.
Endurance training and octopamine alone reduced the oxidative pressure created and, when applied simultaneously, enhanced each other's effect. Based on this, it is found that in the conditions of induction of oxidation pressure induced by DFO, these two interventions have a neuroprotective effect and enhance each other synergistically.

Conflicts of interest: None
Funding: None

Cite this article as:

Ziaie Bigdeli T, Peeri M, Azarbayj MA. Synergic effects of endurance training and octopamine on oxidative stress in the cerebellum of male rats treated with Deep frying oils. Razi J Med Sci. 2021;28(4):125-134.

*This work is published under CC BY-NC-SA 3.0 licence.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-18]

مقدمه

روغن‌های خوراکی یکی از پرمصرف‌ترین محصولات در سبد غذایی انسان است. ثابت شده است که استفاده نادرست از این محصول سلامت انسان را به خطر می‌اندازد. مهم‌ترین فرآیندی که کیفیت روغن را کاهش می‌دهد و منجر به تولید مواد مضر برای سلامتی می‌شود، سرخ کردن آن است. فرایندی که عمده شکل مصرفی روغن‌ها در آشپزی و تهیه خوراکی‌هاست (۱) روغن سرخ شده عمیق (Deep fried oil) (DFO) ترکیباتی با طعم مطلوب یا نامطلوب ایجاد می‌کند و از طریق فرآیند هیدرولیز، اکسیداسیون و پلیمریزاسیون، ثبات و کیفیت روغن را تغییر می‌دهد (۲) که ممکن است ترکیب اسیدهای چرب روغن را تغییر دهد. گزارش شده است که سرخ کردن متناوب و مداوم روغن‌ها منجر به تغییرات فیزیکی (مانند افزایش ویسکوزیته و تیره شدن رنگ) و شیمیایی ترکیبات سازنده این روغن‌ها می‌شود. مدت زمان سرخ کردن، رطوبت، دما و سطح ماده غذایی از موارد مهمی هستند که پس از فرآیند سرخ کردن بر کیفیت روغن تأثیر می‌گذارند (۳).

گزارش شده است، روغن‌های سرخ شده می‌توانند باعث تولید گونه‌های واکنش‌پذیر اکسیژن شوند که می‌تواند در بسیاری از شرایط پاتولوژیک نقش مهمی داشته باشد. اثرات سوء استرس اکسایشی بر دستگاه‌های مختلف بدن به صورت پراکنده در مطالعات بیان شده است. یکی از اثرات ROS، تأثیر بر روی سیستم عصبی می‌باشد و بسته به نوع حیوان به سلول‌های عصبی آسیب می‌زند. به رغم طیف وسیع عصب دهی سلول‌های عصبی مونوآمینی در مخچه و نقش اصلی این اندام در کنترل حرکات، این بافت می‌تواند تحت تأثیر استرس اکسایشی قرار گیرد (۳،۲).

مخچه ناحیه مهمی از مغز خلفی است که نقش اصلی در تعادل، کنترل هیجان‌ها، اعمال ظریف و دقیق بازی می‌کند. مخچه با ساختاری بسیار متراکم و درهم‌پیچیده، در زیر قشر مخ و در پشت مغز قرار گرفته است و بعضی اوقات به آن پس مغز نیز می‌گویند. در انسان‌ها مخچه ۱۲ تا ۱۵ درصد وزن مغز، ۴۲ درصد از سطح مغز و ۵۲ درصد از سلول‌های عصبی مغز را تشکیل می‌دهد. نشان داده شده است که فعالیت‌های بدنی منظم به عنوان یک ضرورت برای زندگی سالم، می‌توانند بر همه اندام‌ها و سیستم‌های بدن تأثیر بگذارند و شواهد نشان می‌دهند که تمرینات ورزشی بر روی عملکرد سیستم عصبی مرکزی نقش ارزنده‌ای دارند (۴). مطالعات سلولی در موش‌های صحرایی نشان می‌دهد که تمرینات ورزشی در پیشگیری و یا تأخیر در مرگ سلول‌های مخچه مؤثرند (۵). چو و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه خود نشان دادند که تمرین ورزشی روی تردمیل عملکرد حرکتی را از طریق مهار کاهش سلول‌های پورکینژ در مخچه همراه با درمان والپوریک اسید بهبود بخشید (۶). استفاده از برخی مکمل‌ها نظیر مکمل‌های گیاهی، قادر به افزایش تأثیرات آنتی‌اکسیدانی تمرین ورزشی بوده که می‌تواند بر بافت مخچه مؤثر و تخریبات اکسایشی ناشی از مواد غذایی مضر را خنثی کند (۷).

به‌طورکلی، همراه با تمرین استقامتی می‌توان انواع داروهای گیاهی را نیز تجویز نمود. گزارش شده است که اکتاپامین به دلیل عملکرد محرک گونه خود منجر به تعدیل برخی فرایندهای نوروفیزیولوژیک می‌گردد که موجب افزایش کارایی عملکرد جسمانی در تمرین استقامتی می‌شود، لذا می‌تواند به عنوان مکمل استفاده گردد. اکتاپامین یک آنالوگ نوراپی نفرین و یک داروی مقلد سمپاتیک است که از بیوسنتز تیروزین به دست می‌آید (۷).

همانطور که گفته شد DFO اثرات مضر بر روی انسان دارد اما تاکنون مطالعه‌ای در مورد تأثیرات تمرین استقامتی و استفاده هم‌زمان از مکمل اکتاپامین بر اثرات مخرب DFO بر فاکتورهای استرس اکسیداتیو در سلول‌های مخچه صورت نگرفته است. لذا در این مطالعه ابتدا با تجویز روغن بسیار سرخ شده به موش، اثرات مخرب آن را بر مغز ایجاد کرده و سپس اثرات تمرین استقامتی و مصرف اکتاپامین را بر تغییرات استرس اکسیداتیو مورد بررسی قرار دادیم. لذا با توجه به افزایش مصرف غذاهای تهیه شده با روغن‌های حرارت دیده عمیق، مطالعه حاضر جهت بررسی تأثیر تمرین هوازی و مصرف اکتاپامین بر میزان مالون دی آلدئید و سوپراکسید دیسموتاز بافت مخچه موش‌های صحرایی نر تغذیه شده با روغن حرارت دیده عمیق می‌باشد.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-18]

روش کار

۳۰ سر موش صحرایی نر بیست‌هفته‌ای سالم از نژاد ویستار با وزن ۳۰۰ تا ۳۵۰ گرم از انستیتو پاستور ایران (تهران) خریداری شد. حیوانات به صورت جداگانه در قفس‌های پلاستیکی پلی اتیلن که کف آن‌ها با خاک اره پوشیده شده بود در دمای ۳ ± ۲۳ °C (شرایط استاندارد) نگهداری شدند. موش‌ها دور از هرگونه تنش و در دوره نور دهی به صورت چرخه ۱۲ ساعت روشنایی / ۱۲ ساعت تاریکی حفظ شده و دسترسی آزادانه به آب و غذا داشتند. تمام مراحل مربوط به حیوانات طبق قوانین تایید شده کمیته اخلاق حیوانات آزمایشگاهی دانشگاه آزاد اسلامی تهران (کد اخلاقی: IR.IAU.PS.REC.1398.321) و انتشارات NIH (شماره ۸۰۲۳، اصلاح شده ۱۹۷۸) انجام شد. پس از ۱۴ روز سازگاری با محیط جدید، حیوانات به‌طور تصادفی به ۵ گروه تقسیم شدند (۶ حیوان در هر گروه): ۱) در این گروه موش‌ها هیچ درمانی دریافت نکرد (کنترل)، ۲) گروه تغذیه شده با روغن حرارت دیده، ۳) گروه تغذیه شده با روغن حرارت دیده که اکتاپامین مصرف کرده‌اند (اکتاپامین)، ۴) گروه تغذیه شده با روغن حرارت دیده که تحت تمرین استقامتی قرار گرفته‌اند (تمرین استقامتی)، ۵) گروه تغذیه شده با روغن حرارت دیده که اکتاپامین مصرف کرده و همزمان تمرین استقامتی نیز انجام داده‌اند (اکتاپامین+تمرین استقامتی).

اکتاپامین: به مدت ۴ هفته و ۵ روز در هفته به ازای هر ۱۰۰ گرم وزن موش اکتاپامین حل شده با نرمال سالین ۰/۹٪ به صورت درون صفاقی (IP) با دوز µmol/kg ۸۱ به هر موش تزریق شد (۸).

روغن بسیار حرارت دیده: جهت تهیه DFO از ۸ لیتر روغن آفتاب گردان استفاده شد. روغن به مدت ۴ روز متوالی روزی ۸ ساعت با حرارت ۱۹۰ تا ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد داغ شد و هر ۳۰ دقیقه مواد غذایی مانند ناگت مرغ، سیب زمینی، مرغ و فرآورده‌های پروتئینی (سوسیس و کالباس) داخل روغن غوطه‌ور شدند و در انتها روغن روز چهارم به منظور استفاده به عنوان مداخله‌ی مسمومیتی تا زمان اجرا نگهداری شد. از این روغن به میزان cc ۰/۱ به ازای هر ۱۰۰ گرم وزن رت‌ها به مدت ۴ هفته و ۵ روز در هفته به هر موش به صورت خوراکی و از طریق گاواژ خورانده شد (۹).

پروتکل تمرین استقامتی: موش‌ها به مدت دو هفته دوره آشنایی با دویدن بر روی تردمیل (تردمیل موتوری مخصوص جوندگان) را گذراندند. تمرین استقامتی با دویدن با سرعت ۹ متر در دقیقه و به مدت ۲۰ دقیقه در روز (شامل ۱۰ دقیقه با سرعت ذکر شده، ۵ دقیقه گرم شدن و ۵ دقیقه سرد شدن) صورت گرفت. پس از دوره سازگاری، پروتکل تمرین استقامتی با شدت متوسط و به مدت پنج روز در هفته، به مدت چهار هفته به ترتیب زیر اجرا گردید:

در روز اول، تمرین با سرعت ۱۶ متر در دقیقه و به مدت ۲۰ دقیقه آغاز شد. در روز آخر، سرعت طی آزمایش از ۱۶ به ۲۶ متر در دقیقه افزایش یافت.

بررسی فعالیت SOD: سنجش فعالیت SOD طبق پروتکل مارکلوند (۱۹۸۵) انجام شد. بافت مغزی ۱:۱۰ (وزنی / وزنی) در ۵۰ میلی مولار بافر Tris – HCl حاوی ۱ میلی مولار EDTA با pH 8.2 همگن شد. این روش براساس ظرفیت پیروگلول برای اکسیداسیون استوار است، فرایندی که به رادیکال سوپراکسید بسیار وابسته می‌باشد. مهار اکسیداسیون این ترکیب در حضور SOD رخ می‌دهد و فعالیت آن می‌تواند به‌طور غیر مستقیم در ۴۲۰ نانومتر با روش اسپکتروفتومتری مورد سنجش قرار گیرد که با استفاده از منحنی کالیبراسیون با SOD خالص به عنوان استاندارد انجام شد. مهار ۵۰ درصدی اکسیداسیون پیروگلول به عنوان یک واحد SOD تعریف شده و فعالیت خاص به عنوان واحد در هر میلی‌گرم پروتئین نشان داده می‌شود (۱۱).

بررسی غلظت MDA: غلظت MDA با استفاده از روش تیوباربیتوریک اسید که محصولات واکنشی MDA را اندازه‌گیری می‌کند طبق روش تودوروا و همکاران انجام شد. ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول هموژنیزه شده بافت، ۰/۵ میلی‌لیتر محلول فیزیولوژیک و ۰/۵ میلی‌لیتر ۲۵٪ اسید تری کلرواستیک مخلوط و با دور ۲۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. یک میلی‌لیتر مایع رویی بدون پروتئین با ۰/۲۵ میلی‌لیتر از اسید تیوباربیتوریک ۰/۵٪ مخلوط شده و در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ ساعت گرم شد. پس از خنک شدن، شدت رنگ صورتی محصول نهایی در ۵۳۲ نانومتر تعیین و غلظت MDA طبق

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-18]

فرمول زیر محاسبه شد (۱۲):

$$1\ \mu mol/1\ MDA = \frac{OD_{532} \times 1.75}{0.156}$$

تحلیل آماری: طبیعی بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو ویلک تایید گردید. در بخش توصیف از شاخص‌های میانگین و انحراف استاندارد استفاده شده است. جهت تعیین اثرگذاری تغذیه با روغن حرارت دیده عمیق بر پیامدهای مورد مطالعه با استفاده از آزمون t برای گروه‌های مستقل، پیامدهای مورد مطالعه در گروه کنترل سالم و کنترل تغذیه شده با روغن حرارت دیده مورد مقایسه قرار گرفت. جهت تعیین اثر تمرین استقامتی و اکتاپامین از تحلیل دوراهه واریانس برای گروه‌های مستقل نتایج به دست آمده مورد تحلیل قرار گرفت. در صورت مشاهده تفاوت معنی‌دار، جهت تعیین محل تفاوت از آزمون پیگیری بن فرونی استفاده شد. سطح معناداری نیز برای تمام محاسبات ($p<۰/۰۵$) در نظر گرفته شده است.

یافته‌ها

تغذیه با روغن حرارت دیده عمیق، غلظت MDA مخچه را به‌طور معنی‌داری افزایش (P=۰/۰۰۱) داد اما میزان فعالیت آنزیم SOD مخچه در اثر تغذیه با این روغن به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه کنترل سالم کاهش یافت (P=۰/۰۰۱).

تمرین استقامتی موجب کاهش معنی‌دار غلظت MDA مخچه شد (η =۰/۸۹۷، P=۰/۰۰۱، F=۱۷۴).

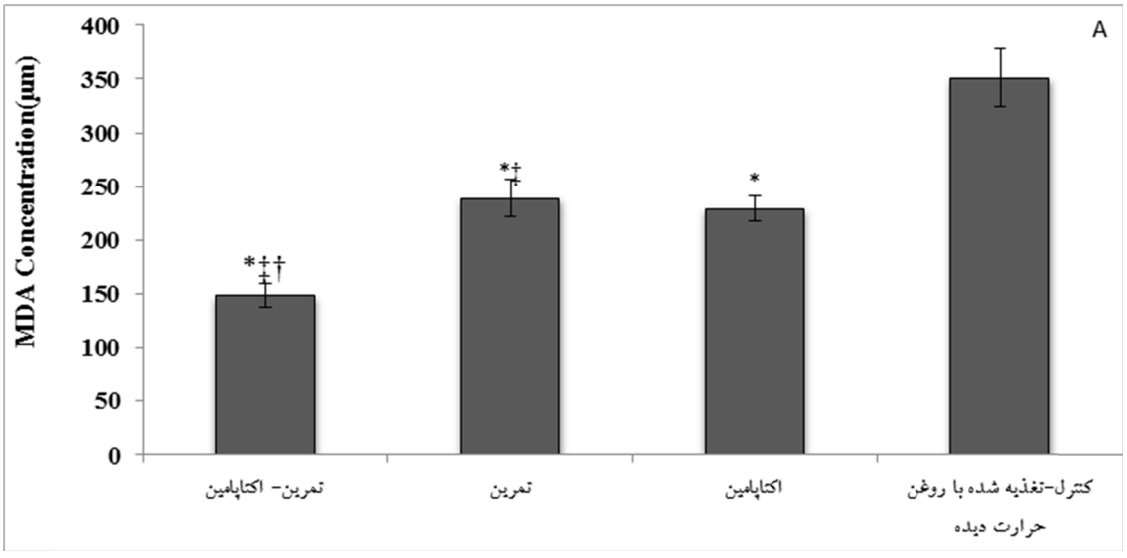
دریافت مکمل اکتاپامین اثر کاهش معنی‌دار غلظت MDA مخچه را به همراه داشت (η =۰/۹۱۴، P=۰/۰۰۱، F=۲۱۱/۶۱).

تعامل تمرین هوازی و مکمل اکتاپامین کاهش معنی‌داری بر غلظت MDA مخچه بیشتر از اثر تک تک هریک به تنهایی داشت (η =۰/۱۸۰، P=۰/۰۴۹، F=۴/۳۹).

تمرین استقامتی موجب افزایش معنی‌داری فعالیت SOD مخچه شد (η =۰/۹۰۹، P=۰/۰۰۱، F=۲۰۰/۶۵).

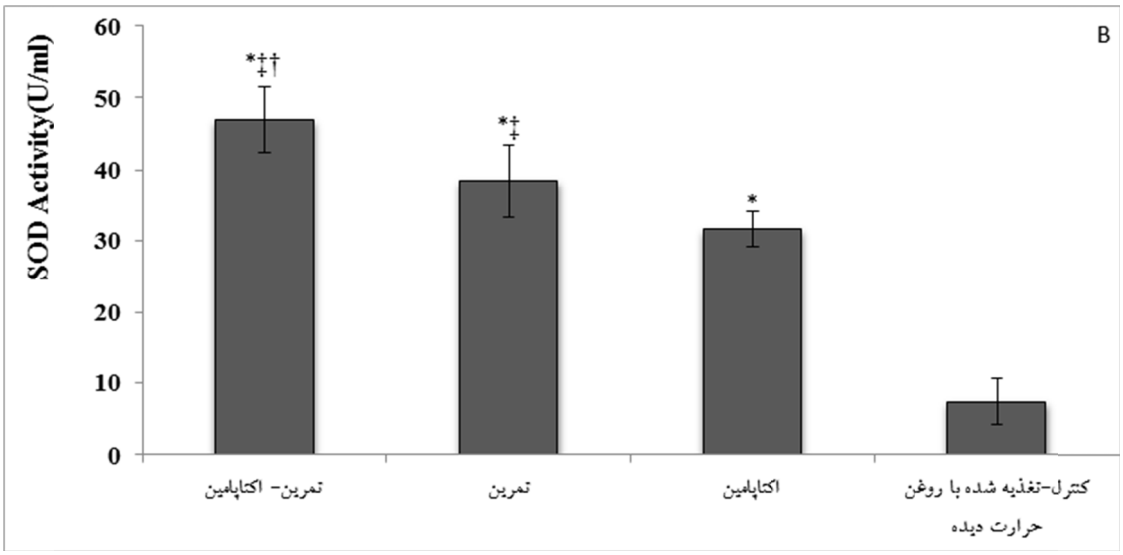
دریافت مکمل اکتاپامین اثر افزایش فعالیت SOD مخچه را به همراه داشت (η =۰/۸۳۳، P=۰/۰۰۱، F=۹۹/۷۹).

تعامل تمرین هوازی و مکمل اکتاپامین نیز افزایش معنی‌داری بر فعالیت SOD مخچه بیشتر از اثر تک تک هریک به تنهایی داشت (η =۰/۵۳۴، P=۰/۰۰۱، F=۲۲/۸۷).



شکل ۱- مقایسه غلظت MDA مخچه (A) در گروه تمرین، اکتاپامین، تمرین و اکتاپامین و کنترل مسموم. *نشانه تفاوت معنی دار نسبت به گروه کنترل. † نشانه تفاوت معنی دار نسبت به گروه تمرین، ‡ نشانه تفاوت معنی دار نسبت به گروه اکتاپامین.اطلاعات بر اساس میانگین و انحراف استاندارد گزارش شده است.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-18]



شکل ۲- مقایسه فعالیت SOD مخچه (B) در گروه تمرین، اکتاپامین، تمرین و اکتاپامین و کنترل مسموم. *نشانه تفاوت معنی دار نسبت به گروه کنترل. †نشانه تفاوت معنی دار نسبت به گروه تمرین، ‡ نشانه تفاوت معنی دار نسبت به گروه اکتاپامین. اطلاعات بر اساس میانگین و انحراف استاندارد گزارش شده است.

بحث

بررسی‌های تغذیه‌ای نشان می‌دهد، امروزه مصرف روزانه روغن‌ها در رژیم غذایی اکثر افراد جامعه افزایش یافته است. کیفیت روغن مهم‌ترین جنبه استفاده از آن می‌باشد. سرخ شدن طولانی مدت روغن منجر به فساد آن شده که تهدیدی جدی برای سلامتی انسان به شمار می‌آید.

سرخ شدن عمیق فقط مخصوص طیفی از محصولات نبوده و امروزه می‌توانید هر محصول سرخ شده‌ای را بیابید. سرخ شدن عمیق شامل غوطه‌ور شدن یک ماده غذایی در روغن داغ است که دمای مناسب در حدود ۳۵۰–۳۷۵ درجه فارنهایت (۱۷۶–۱۹۰ درجه سانتی‌گراد) می‌باشد. زمانی که ماده‌ای غذایی در روغن با این دما غوطه‌ور می‌شود، سطح آن تقریباً فوراً می‌پزد و نوعی «آب بند» ایجاد می‌کند که روغن نمی‌تواند به آن نفوذ کند. در عین حال این درجه حرارت منجر به تغییراتی در ساختار مولکول‌های روغن شده که آن را برای سلامتی خطرناک‌تر می‌سازد.

در مطالعه حاضر مشاهده شد میزان فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز در اثر مصرف روغن بسیار سرخ شده در بافت مخچه کاهش می‌یابد در حالی که مصرف اکتاپامین و تمرین استقامتی هر یک به تنهایی میزان فعالیت آن را افزایش داده‌اند. در موش‌هایی که پس از مسمومیت با روغن بسیار سرخ شده هم مکمل دریافت کرده و هم تمرین استقامتی انجام داده بودند، میزان فعالیت این آنزیم بیشتر از اثر هریک به تنهایی بود. سوپراکسید دیسموتازها (SOD) گروهی از متالوآنزیم‌ها هستند که در همه موجودات یافت می شوند. SOD ها خط مقدم دفاعی در برابر آسیب ناشی از واکنش اکسیژن (ROS) هستند (۱). این پروتئین ها باعث کاهش محلول رادیکال آزاد آنیون سوپراکسید آنیون (O_2^-) به اکسیژن مولکولی و پراکسید هیدروژن (H_2O_2) تبدیل می‌شود و سطح O_2 را کاهش می‌دهد که در غلظت بیش از حد به سلول ها آسیب می رساند (۲). این واکنش با کاهش اکسیداسیون متناوب یونهای فلزی موجود در سایت فعال SODs همراه است (۱۳). روح و همکاران نشان دادند که فعالیت این آنزیم پس از تمرین استقامتی در مردان چاق افزایش و میزان رادیکال های آزاد کاهش یافت. این محققان پیشنهاد نمودند تمرین استقامتی می‌تواند عدم تعادل اکسیدان-آنتی اکسیدان را در افراد چاق بهبود بخشید و اختلال عملکرد سد خونی مغزی را محدود کند (۱۴). این نتیجه در مورد فعالیت های غیر هوازی نیز مشاهده شده است (۱۵). اما برخلاف نتایج این مطالعه، آونی و همکاران افزایش فعالیت این آنزیم را در حیواناتی که با روغن حرارت دیده سویا تغذیه شده بودند در اندام‌های

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-18]

مختلف مانند کبد، کلیه، بیضه ها ومغز را گزارش نمودند (۱۶). با این حال در مطالعه انجام شده توسط محققان UC Riverside نشان داد روغن سویا نه تنها باعث دیابت و چاقی می‌شود بلکه باعث ایجاد تغییرات ژنتیکی در مغز می‌گردد که می‌تواند منجر به اختلالات عصبی از جمله اضطراب، اوتیسم، آلزایمر و افسردگی شود (۱۶). تمرین استقامتی منظم می‌تواند منجر به سازگاری سیستم آنتی‌اکسیدانی شود و ظرفیت این سیستم را در واکنش سم زدایی یا به عبارت دیگر خنثی سازی گونه‌های فعال اکسیژن و نیتروژن را بهبود بخشد. مازولاوهمکاران نشان دادند فعالیت های بدنی ممکن است یک استراتژی کارامد و اثر گذار برای بازیابی سیستم آنتی‌اکسیدانی در هایپرفنیل آلانمیا باشد . این شرایط منجر به عقب ماندگی ذهنی، میکروسفالی و تشنج می‌گردد که در این بیمارن استرس اکسیداتیو یافت شده است (۱۱). فعالیت‌های بدنی به ویژه فعالیت‌های استقامتی به‌طور گسترده‌ای برای بهبود سلامت توصیه می‌شود و با کاهش در بیماری قلبی-عروقی و مرگ و میر همراه است. با این حال تمرین استقامتی به دلیل افزایش تولید گونه‌های اکسیژن واکنش‌پذیر (ROS) مانند آنیون سوپراکسید (O_2 • -)، باعث افزایش مصرف اکسیژن بدن شده و ایجاد استرس اکسیداتیو می نماید. ROS تمایل زیادی به استخراج الکترون از مواد شیمیایی داشته و به اجزای مختلف سلولی آسیب می رساند. سوپراکسید دیسموتاز، (O_2 • -)را به پراکسید هیدروژن (H_2O_2) تبدیل می‌کند و متعاقباً توسط کاتالاز به آب تبدیل می‌شود (۱۷). مغز انسان حدود ۲-۳٪ از وزن بدن را تشکیل می‌دهد درحالیکه خون رسانی مغز ۱۵-۲۰٪ از بازده قلب را تشکیل می‌دهد. میزان متابولیسم مغزی در مقایسه با میزان متابولیسم متوسط ۷/۵برابر بیشتر است. مغز به دلیل سرعت متابولیسم بالاتر و میزان چربی و سطح پایین تر کاتالاز (CAT) وگلوتاتیون پراکسیداز (GSH-Px) به راحتی آسیب اکسیداتیو می‌بینند. مطالعات قبلی نشان می داد که استرس اکسیداتیو ناشی از تمرین استقامتی ممکن است ظرفیت اکسیداسیون و ضد اکسیداسیون بافت مغز را تغییر دهد که البته میزان این تغییر وابسته به شدت و مدت فعالیت می‌باشد (۱۵). همچنین در این مطالعه مشخص شد که میزان مالون دی آلدئید (MDA) در اثر مصرف روغن بسیار سرخ شده افزایش می‌یابد که تمرین استقامتی و اکتاپامین میزان آن را کاهش می‌دهند. این دو درصورت هم‌زمان شدن (خوردن اکتاپامین و انجام تمرینات هوازی)میزان مالون دی آلدئید بیشتر کاهش می‌یابد. کربونیل های اشباع نشده مانند مالون دی آلدئید (MDA) که حاصل پراکسید شدن لیپیدها به ویژه لیپیدهای غشایی می باشند ، اغلب نیمه عمر نسبتاً طولانی تری دارند و به همین دلیل ممکن است از مکان های تولید به مکان های دیگر در داخل بدن پخش و استرس های اکسیداتیو / کربونیل بیشتری ایجاد کنند. MDA به عنوان یکی از مهم‌ترین واسطه های آسیب های رادیکالهای آزاد می‌تواند به آسانی و به‌طور گسترده ماکرومولکول‌های مهم بیولوژیکی مانند پروتئینها و اسیدهای نوکلئیک را به هم پیوند دهد یا دچار شکست کند که می‌تواند منجر به انواع بیماریها گردد (۱۸). اگرچه به نظر می‌رسد روغن خوراکی چند بار سرخ شده ارزش غذا را کاهش می‌دهد اما در مجموع ۲۱۱ محصول تجزیه شده در روغن‌های گرما دیده ای که به درستی استفاده نشده اند شناسایی شده است. بیشتر این محصولات مواد اکسیداتیو تولید شده از تخریب تری گلیسیرید هستند که نه تنها کیفیت غذاهای سرخ شده را تحت تأثیر قرار می‌دهند بلکه سلامت انسان را نیز به مخاطره می اندازند به ویژه هنگامی که روغن سرخ کردنی برای مدت طولانی در دمای بالا قرار می گیرد. تعدادی از مطالعات برای ارزیابی اثرات خطرناک روغن اکسید شده با حرارت، بر روی حیوانات آزمایشگاهی انجام شده است. مطالعات قبلی نشان داده است که به دلیل واکنشهای اکسیداسیون، مقدار پراکسید لیپید و ترکیبات قطبی با گذشت زمان در طی فرآیند حرارتی روغن افزایش می‌یابد (۱۶) که هم راستا با نتایج به دست آمده از این مطالعه می‌باشد. از سوی دیگر اثر هر یک از تیمارهای صورت گرفته در این تحقیق بر استرس اکسیداتیو (تجویز اکتاپامین و انجام تمرین استقامتی) مطالعه شده است. نشان داده‌اند که اکتاپامین منجر به افزایش مقاومت در برابر استرس اکسیداتیو می‌شود (۹) که با نتایج حاصل از مطالعه حاضر همخوانی دارد. کاهش استرس اکسیداتیو در اثر

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-18]

تمرین استقامتی در بیماران دیابتی با کاهش قابل توجهی در سطح MDA نیز گزارش شده است (۱۹). از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به عدم کنترل و یکسان سازی ویژگی های ژنتیکی آزمودنی ها، عدم امکان قرار دادن موش‌ها در قفس‌های جداگانه و تصویربرداری از آن‌ها و عدم کنترل دقیق انرژی مصرفی روزانه آزمودنی‌ها اشاره نمود.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان دادند که انجام تمرین استقامتی به همراه مصرف اکتاپامین می‌توانند آسیب‌های اکسیداتیو ناشی از رژیم های غذایی ناسالم نظیر روغن‌های حرارت دیده عمیق در بافت مغز را کاهش دهند. از طرفی دریافت روغن‌های حرارت دیده عمیق به واسطه کاهش فعالیت آنزیم SOD و افزایش غلظت MDA موجب توسعه فشار اکسایشی در بافت مخچه می‌گردد. تمرین استقامتی و اکتاپامین هریک به تنهایی فشار اکسایشی ایجاد شده را کاهش داده و زمانی که به صورت هم‌زمان اعمال شدند، اثر یکدیگر را تقویت نمودند. بر این اساس مشخص می‌شود در شراط القای فشار اکسایش القا شده با روغن‌های حرارت دیده عمیق، این دو مداخله دارای اثر نروپروتکتیو بوده و اثر یکدیگر را به صورت سینرژیستی تقویت می نمایند. لذا توصیه می‌گردد در شرایط تغذیه با روغن‌های حرارت دیده عمیق، جهت جلوگیری از آسیب‌های ناشی از فشار اکسایشی در بافت مخچه از این دو مداخله استفاده گردد.

References

1. Shen Q, Zhang J, Hou YX, Yu JH, Hu JY. Quality control of the agricultural products supply chain based on “Internet+”. Inf Process Agric. 2018;5:394-400.
2. Matthäus B. Oxidation of edible oils. Oxidation in foods and beverages and antioxidant applications. Volume 2: Manag differ Ind. 2010:183-238.
3. Nayak PK, Dash U, Rayaguru K, Krishnan KR. Physio chemical changes during repeated frying of cooked oil: A Review. J Food Biochem. 2016;40:371-390.
4. Partadiredja G, Karima N, Utami KP, Agustiningsih D, Sofro ZM. The effects of light and moderate intensity exercise on the femoral bone and cerebellum of D-galactose-exposed rats. Rejuven Res. 2019;22:20-30.
5. Cheon SH. The effect of a skilled reaching task on hippocampal plasticity after intracerebral hemorrhage in adult rats. J Phys Ther Sci. 2015;27:131-133.
6. Cho HS, Kim TW, Ji ES, Shin MS, Baek SS. Treadmill exercise ameliorates motor dysfunction through inhibition of Purkinje cell loss in cerebellum of valproic acid-induced autistic rats. J Exerc Rehabi 2016;12:293.
7. Papenmeier S, Uliczka K, Roeder T, Wagner C. Octopamine and its receptors are involved in the modulation of the immune response in Drosophila melanogaster. Pneumologie. 2019;73:A33.
8. Bour S, Visentin V, Prévot D, Carpéné C. Moderate weight-lowering effect of octopamine treatment in obese Zucker ratsEfecto moderado de un tratamiento prolongado con octopamina sobre el peso corporal en ratas obesas. J Physiol Biochem. 2003 Sep 1;59(3):175-82.
9. Wang Z, Liao T, Zhou Z, Wang Y, Diao Y, Strappe P et al. Construction of local gene network for revealing different liver function of rats fed deep-fried oil with or without resistant starch. Toxicol. Lett. 2016 Sep 6;258:168-74.
10. Hong KS, Lee MG, Hong KS, Lee MG. Rescue effect of exercise on impaired arteriolar myogenic response with advancing age. Exerc Sci. 2017;26:8-16.
11. Mazzola PN,Terra M, Rosa AP, Mescka CP, Moraes TB, Piccoli B, et al. Regular exercise prevents oxidative stress in the brain of hyperphenylalaninemic rats. Metab Brain Dis. 2011;26:291.
12. Eze J, Anene B, Chukwu C. Determination of serum and organ malondialdehyde (MDA) concentration, a lipid peroxidation index, in Trypanosoma brucei-infected rats. Compar Clin Pathol. 2008;17:67-72.
13. Abushelaibi A, Al-Mahadin S, El-Tarabily K, Shah NP, Ayyash M. Characterization of potential probiotic lactic acid bacteria isolated from camel milk. LWT. 2017;79, :316-325.
14. Roh HT, So WY. The effects of aerobic exercise training on oxidant–antioxidant balance, neurotrophic factor levels, and blood–brain barrier function in obese and non-obese men. J Sport Health Sci. 2017;6:447-.
15. Li J, Wang Y. Effect of different methods of hypoxic exercise training on free radical oxidation and antioxidant enzyme activity in the rat brain. Biomed Rep. 2013;1:925-929.
16. Awney HA. The effects of Bifidobacteria on the lipid profile and oxidative stress biomarkers of male rats fed thermally oxidized soybean oil. Biomarkers. 2011;16:445-452.
17. Hitomi Y, Watanabe S, Kizaki T, Sakurai T,

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-18]

Takemasa T, Haga S, et al. Acute exercise increases expression of extracellular superoxide dismutase in skeletal muscle and the aorta. Redox Rep. 2008;13:213-216.

18. Li F, Yang Z, Lu Y, Wei Y, Wang Y, Yin D, et al. Malondialdehyde suppresses cerebral function by breaking homeostasis between excitation and inhibition in turtle Trachemys scripta. PLoS One. 2010;5:e15325.

19. Arslan M, Hilmi S, Kubapcilar L, Dogan N, Kurban S, Erbay E, et al. Effect of aerobic exercise training on MDA and TNF-α levels in patients with type 2 diabetes mellitus. Int Math Res Not. 2014.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-18]