

## Research Paper

# The Effect of Aerobic Training and Octopamine Supplementation on TNF- $\alpha$ and NF $\kappa$ B Protein Levels in the Heart Tissue of Rats Exposed to Deep Fried Oil

Faegheh Jafari Amoli<sup>1</sup>, Seyed Ali Hosseini<sup>2\*</sup>, Mohammad Ali Azarbayjani<sup>1</sup>, Parvin Farzanegi Arkhazloo<sup>3</sup>

1. Department of Sport Physiology, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2. Department of Sport Physiology, Marvdasht Branch, Islamic Azad University, Marvdasht, Iran

3. Department of Exercise Physiology, Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran

**Received:** 2022/3/6

**Revised:** 2022/4/7

**Accepted:** 2022/5/10

Use your device to scan and read the article online



**DOI:**

[10.30495/varzesh.2022.694031](https://doi.org/10.30495/varzesh.2022.694031)

**Keywords:**

Deep Fried Oils, Aerobic Training, Octapamine, NF $\kappa$ B, TNF- $\alpha$ .

## Abstract

**Background:** Deep-fried oils (DFOs) used in the preparation of fast food are considered as a risk factor which can affect the immune system. On the other hand, physical activities, especially aerobic training and the use of herbal supplements, have a significant effect on reducing the effects of abusing these foods and improving the function of the immune system.

**Objective:** The objective of this study was to investigate the effect of aerobic training (T) and octapamine (O) supplementation on NF $\kappa$ B and TNF- $\alpha$  gene expression levels in the heart tissue of rats poisoned with DFO.

**Methodology:** In this experimental study, 25 male Wistar rats were purchased and assigned in 5 groups of 5 animals, including: 1) control, 2) DFO, 3) DFO+T, 4) DFO+O, and 5) DFO+T+O. During 4 weeks, rats in the groups 2 to 5 received DFO by gavage, groups 3 and 5 ran on the treadmill 5 sessions a week with moderate intensity, and groups 4 and 5 were given 81  $\mu$ mol/kg octamine supplement intraperitoneally five days a week. The Kolmogorov-Smirnov test, independent samples t-test and two-way analysis of variance were used to analyze the research findings ( $p < 0.05$ ).

**Findings:** DFO had a significant effect on increasing NF $\kappa$ B ( $p = 0.001$ ) and TNF- $\alpha$  ( $p = 0.001$ ) levels; training had a significant effect on the reduction of NF $\kappa$ B ( $p = 0.001$ ) and TNF- $\alpha$  ( $p = 0.001$ ); also, octapamine supplementation had a significant effect on the reduction of NF $\kappa$ B ( $p = 0.001$ ) and TNF- $\alpha$  ( $p = 0.001$ ). Interactive effects of training and octapamine consumption on NF $\kappa$ B ( $p = 0.001$ ) and TNF- $\alpha$  ( $p = 0.001$ ) levels were significant.

**Conclusion:** It seems that aerobic training and octapamine supplementation synergistically have anti-inflammatory effects in the heart tissue of DFO-poisoned rats.

**Citation:** Jafari Amoli F., Hosseini S. A., Azarbayjani M. A., Arkhazloo P. F. . The Effect of Aerobic Training and Octapamine Supplementation on TNF- $\alpha$  and NF $\kappa$ B Protein Levels in the Heart Tissue of Rats Exposed to Deep Fried Oil. Res Sport Sci Med Plants. 2022; 2 (7):12-18

**Corresponding author:** Seyed Ali Hosseini

**Address:** Department of Sport Physiology, Marvdasht Branch, Islamic Azad University, Marvdasht, Iran

**Tel:** 09173027100

**Email:** Alihoseini\_57@miau.ac.ir

## تأثیر تمرین هوازی و مکمل اکتاپامین بر سطوح پروتئینی $\text{NF}\kappa\text{B}$ و $\text{TNF-}\alpha$ در بافت قلب رت های مسموم شده با روغن های عمیق حرارت دیده

فائقه جعفری آملی<sup>۱</sup>، سید علی حسینی<sup>۲\*</sup>، محمد علی آذربایجانی<sup>۱</sup>، پروین فرزانی<sup>۳</sup>

۱- گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران

۳- گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران

### چکیده

**زمینه و هدف:** روغن های عمیق حرارت دیده (DFO) که در تهیه ی غذا های فست فود مورد استفاده قرار می گیرند و به عنوان یک ریسک فاکتور تلقی می شوند، که می توانند سیستم ایمنی را تحت تأثیر قرار دهند. از سوی دیگر فعالیت های بدنی به ویژه تمرینات هوازی و استفاده از مکمل های گیاهی تأثیر به سزایی بر کاهش اثرات سوء مصرف این غذاها و بهبود عملکرد سیستم ایمنی دارند. هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر تمرینات هوازی (T) و اکتاپامین (O) بر سطوح بیان ژنی  $\text{NF}\kappa\text{B}$  و  $\text{TNF-}\alpha$  در بافت قلب موش های صحرایی مسموم شده با DFO بود.

**روش شناسی:** در این مطالعه تجربی ۲۵ سر موش صحرایی نر نژاد ویستار خریداری و در ۵ گروه ۵ سری (۱ کنترل، ۲ DFO، ۳ T+DFO، ۴ O+DFO و ۵ O+T+DFO) قرار گرفتند. در مدت ۴ هفته موش های صحرایی گروه های ۲ تا ۵ DFO را به صورت گاوآژ دریافت نمودند، گروه های ۳ و ۵ روی نوارگردان ۵ جلسه در هفته با شدت متوسط دویدند همچنین گروه های ۴ و ۵  $81\mu\text{mol/kg}$  مکمل اکتاپامین را ۵ روز در هفته به صورت صفاقی دریافت نمودند. جهت تجزیه و تحلیل یافته های تحقیق از آزمون های آماری کالموگروف-اسمیرنوف، t مستقل و آنالیز واریانس دو طرفه استفاده شد ( $p < 0.05$ ).

**یافته ها:** DFO اثر معنی داری بر افزایش سطوح  $\text{NF}\kappa\text{B}$  ( $p=0.001$ ) و  $\text{TNF-}\alpha$  ( $p=0.001$ ) داشت؛ تمرین اثر معنی داری بر کاهش  $\text{NF}\kappa\text{B}$  ( $p=0.001$ ) و  $\text{TNF-}\alpha$  ( $p=0.001$ ) داشت؛ مصرف اکتاپامین اثر معنی داری بر کاهش  $\text{NF}\kappa\text{B}$  ( $p=0.001$ ) و  $\text{TNF-}\alpha$  ( $p=0.001$ ) داشت همچنین تعامل تمرین و مصرف اکتاپامین بر کاهش  $\text{NF}\kappa\text{B}$  ( $p=0.001$ ) و  $\text{TNF-}\alpha$  ( $p=0.001$ ) معنی دار بود.

**نتیجه گیری:** به نظر می رسد تمرینات هوازی و مصرف اکتاپامین هم به تنهایی و هم به طور سینرژیستی دارای اثرات ضد التهابی در بافت قلب موش های صحرایی مسموم شده DFO می باشند.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱۵

تاریخ داوری: ۱۴۰۱/۱/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۲/۲۰

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید



DOI:

[10.30495/varzesh.2022.694031](https://doi.org/10.30495/varzesh.2022.694031)

واژه های کلیدی:

روغن های عمیق حرارت دیده، تمرین هوازی، اکتاپامین،  $\text{TNF-}\alpha$ ،  $\text{NF}\kappa\text{B}$

\* نویسنده مسوول: سید علی حسینی

نشانی: گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران

تلفن: ۰۹۱۷۳۰۲۷۱۰۰

پست الکترونیکی: Alihoseini\_57@miau.ac.ir

## مقدمه

بیماری قلبی عروقی (CVD) یکی از علل مرگ و میر در سراسر جهان است که مرگ قلب یکی از عوامل اصلی ایجاد این بیماری ها است. مرگ سلولی در شرایطی مانند نارسایی قلبی و انفارکتوس میوکارد با آپوپتوز همراه است (۱). مرگ سلولی به عنوان یک پدیده بیولوژیکی اساسی برای تنظیم هموستاز بافتی مشخص شده است که تغییر آن مفهوم مهمی در آسیب شناسی دارد (۲) یک رابطه مستقیم بین خطر CVD و مصرف ترکیبات قطبی روغن پخت و پز گزارش شده است (۳). روغن های عمیق حرارت دیده Deep-Fried Oil که در فرایند سرخ کردن عمیق تولید می شوند با محصولات جانبی سرطان زا مانند آکرولئین همراه است. آکرولئین یک محصول جانبی سمی پراکسیداسیون لیپیدی است که در بیماری های ریوی، قلبی و نورودژنراتیو نقش دارد (۴). سموم تولید شده طی فرایند سرخ باعث تولید رادیکال های آزاد می گردد. تولید رادیکال های آزاد موجب راه اندازی مسیرهای التهابی وابسته به کرگ سلولی در عروق می شود (۵). التهاب مزمن خفیف، با میزان بالاتر از طبیعی چند سایتوکین شامل عامل نکروز دهنده تومور آلفا (TNF-α) اینترلوکین-۶ (IL-6) و پروتئین واکنش دهنده- C (CRP) همراه است. TNF-α یک سایتوکاین چندمنظوره است که طیف وسیعی از پاسخ های سلولی را ایجاد می کند. TNF-α در مغز طبیعی به مقدار کمی وجود دارد. ولی محرک های پاتولوژیک مانند جراحی، ایسکمی و عفونت می توانند بیان TNF-α را به شدت افزایش دهند (۶). در مقابل با افزایش پروتئین های ضد آپوپتوزی فعالیت کاسپازها کاهش یافته و فرایند مرگ سلولی کند می شود (۷). امروزه مکمل های گیاهی به عنوان یکی از موثرترین مکمل های موجود به شمار میروند. از این بین میتوان به مکمل اکتاپامین با اثرات آنتی اکسیدانی اشاره کرد (۸). اکتوپامین یک آمین بیوژن درون زا است که ارتباط نزدیکی با نوراپی نفرین دارد و بر سیستم های آدرنرژیک و دوپامینرژیک تأثیر می گذارد. به طور طبیعی در بسیاری از گیاهان مانند پرتقال وجود دارد (۹). اکتاپامین جزء اصلی عصاره نارنج است که یک ماده آدرنرژیک میباشد (۲). از لحاظ متابولیکی بیان شده که اکتاپامین باعث افزایش گلیکوژنولیز، گلیکولیز، جذب اکسیژن و گلوکونئوز می شود (۱۰). اکتاپامین اکسیداسیون اسیدهای چرب برونزا (اکتانوات و اولئات) را تسریع میبخشد (۳). گزارش شده است که فعالیت بدنی منظم هوازی با شدت پائین تا متوسط باعث بهبود عملکرد فیزیولوژیک عضلات اسکلتی، قلبی و همچنین، کاهش وقوع طیف گسترده ای از بیماری ها از جمله، بیماری های قلبی - عروقی، و همچنین بهبود عوامل التهابی می شوند (۱۱). در طی دهه گذشته مشخص شده که تمرینات منظم ورزشی اثرات مفیدی بر سیستم ایمنی دارند.

به شکلی که تمرینات منظم ورزشی، با افزایش حجم عضلات و کاهش توده چربی منجر به بهبود سیستم ایمنی می گردند (۱۲). با توجه به اهمیت و ضرورت مبحث آسیب اندام حیاتی بدن انسان در مواجهه با مصرف فست فود ها پو روغن های عمیق چند بار حرارت دیده شده و همچنین اثرات ضد التهابی فعالیت های ورزشی و مکمل اکتاپامین. مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر تمرین هوازی و مکمل اکتاپامین بر سطوح بیان ژنی NFκB و TNF-α در بافت قلب رت های مسموم شده با روغن های عمیق حرارت دیده صورت گرفت.

## روش شناسی

در این مطالعه تجربی ۲۵ سر موش صحرایی نر نژاد ویستار با سن تقریبی ۲۰ هفته ای و با دامنه وزنی ۳۰۰ تا ۳۵۰ گرم از مرکز تحقیقاتی هیستوژن خریداری و به محل آزمایشگاه انتقال داده شد و جهت سازگاری به محیط آزمایشگاه به مدت یک هفته در شرایط استاندارد نگهداری شدند. در ادامه در روز هشتم بر اساس وزن بدن در ۵ گروه (۵ سری ۱) کنترل، (۲ DFO، ۳ T+DFO، ۴ O + DFO و ۵ O + T + DFO) قرار گرفتند. در مدت ۴ هفته موش های صحرایی گروه های ۲ تا ۵ تا DFO را به صورت گاوآژ دریافت نمودند، گروه های ۳ و ۵ روی نوارگردان ۵ جلسه در هفته با شدت متوسط دویدند همچنین گروه های ۴ و ۵  $81 \mu\text{mol/kg}$  مکمل O را ۵ روز در هفته به صورت صفاقی دریافت نمودند. در مطالعه حاضر مکمل O از شرکت سیگما آلدیج تهیه شد. گروه های ۴ و ۵ به میزان ۵ روز در هفته  $81 \mu\text{mol/kg}$  مکمل O را به صورت صفاقی دریافت نمودند. این نکته قابل ذکر است که جهت آماده سازی اکتاپامین برای تزریق، درحلال نرمال سالین ۹٪ حل شد (۱۳). بر اساس مطالعات پیشین، ۸ لیتر روغن آفتاب گردان جهت تهیه DFO استفاده شد. روغن به مدت ۴ روز متوالی، روزی ۸ ساعت با حرارت ۱۹۰ تا ۲۰۰ درجه سانتی گراد داغ شد و بر اساس منابع موجود هر ۳۰ دقیقه مواد غذایی (ناگت مرغ، سیب زمینی، مرغ و فرآورده های پروتئینی از قبیل سوسیس و کالباس) داخل روغن غوطه ور شد و در انتها روغن روز چهارم به صورت گاوآژ به موش های صحرایی خورانده می شد (۱۲). پروتکل تمرین هوازی با شدت متوسط انجام شد به طوری که موش های صحرایی در هفته اول با سرعت  $16 \text{m/min}$  ( $50\% \text{Vo}_{2\text{max}}$ ) می دویدند و در هفته آخر سرعت دویدن به  $26 \text{m/min}$  ( $65\% \text{Vo}_{2\text{max}}$ ) رسید. مدت زمان دویدن در کل دوره تحقیق ۲۰ دقیقه بود. این نکته قابل ذکر است که به منظور سازگاری موش های صحرایی به دویدن رو نوارگردان، موش های صحرایی قبل از شروع برنامه اصلی تمرینی به مدت یک هفته با سرعت  $9 \text{m/min}$

میکروتیوب ها به داخل تانک ازت انتقال پیدا کردند و تا زمان آنالیز های سلولی داخل فریزر ۸۰- نگه داری شدند. اندازه گیری فاکتورهای مورد نظر به روش western blot با پروتئین کنترل داخلی بتا اکتین صورت گرفت و جهت تجزیه و تحلیل یافته های تحقیق از آزمون های اماری کالموگروف-اسمیرنوف، t مستقل و آنالیز واریانس دو طرفه استفاده شد ( $P < 0.05$ ).

به میزان ۲۰ دقیقه راه می رفتند همچنین در هر جلسه تمرینی قبل از شروع تمرین موش های صحرایی ۵ دقیقه با سرعت ۷m/min گرم می کردند و پس از خاتمه تمرین اصلی به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۵m/min سرد می کردند (۱۴). ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی و تزریق مکمل O، موش های صحرایی با استنشاق کلروفورم بیهوش شدند (۱۵). جهت اندازه گیری بیان ژن و پروتئین NF $\kappa$ B و TNF- $\alpha$  بافت قلب موش های صحرایی استخراج و در داخل میکروتیوب های مخصوص قرار داده شد.

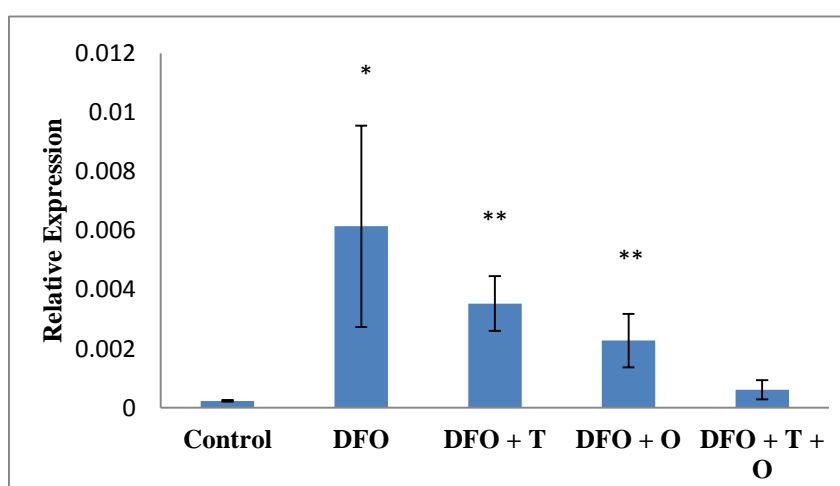
جدول ۱. توالی پرایمرهای تحقیق حاضر

Gene	Forward (5'-3')	Reverse (5'-3')
NF $\kappa$ B	CATACGCTGACCCTAGCCTG	TTTCTTCAATCCGGTGGCGA
TNF- $\alpha$	GAGATGTGGAAATGGCAGAGGA	GAGAAGATGATGTGAGTGTGAGG
Gap	AAG TTC AAC GGC ACA GTC AAG G	CAT ACT CAG CAC CAG CAT CAC C

### یافته ها

تمرین و اوکتاپامین بر کاهش NF $\kappa$ B معنی دار بود (F=20.13, P=0.001,  $\mu=0.02$ ) همچنین تمرین (F=189.84, P=0.001,  $\mu=0.90$ ) و اوکتاپامین (F=258.29, P=0.001,  $\mu=0.93$ ) اثر معنی داری بر کاهش TNF- $\alpha$  داشت همچنین تعامل تمرین و اوکتاپامین در کاهش TNF- $\alpha$  معنی دار بود (F=72.97, P=0.001,  $\mu=0.78$ ).

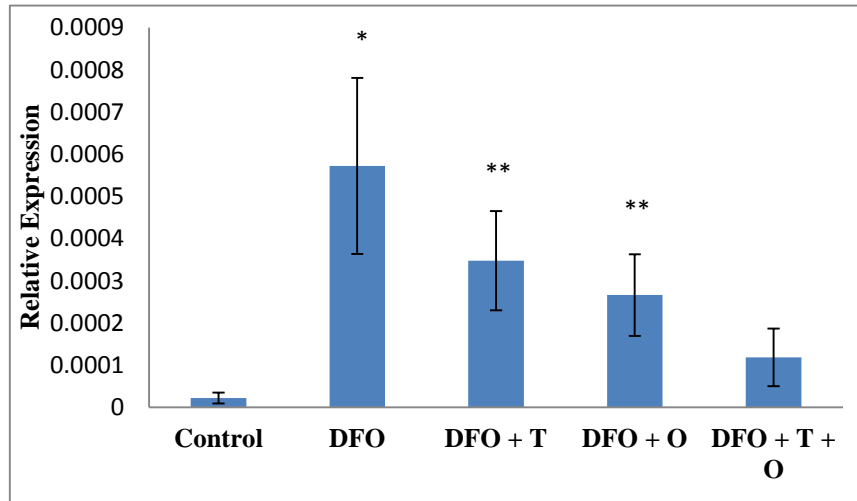
سطوح بیان ژنی NF $\kappa$ B و TNF- $\alpha$  در گروه های پنج گانه تحقیق در شکل های ۱ و ۲ ارائه شده است. نتایج آزمون t مستقل نشان داد مقادیر پروتئینی NF $\kappa$ B (p=0.001) و TNF- $\alpha$  (p=0.001) در گروه DFO به طور معنی داری بالاتر از گروه کنترل بود. نتایج آزمون آنالیز واریانس دو طرفه نشان داد تمرین (F=90.33, P=0.001,  $\mu=0.81$ ) و اوکتاپامین (F=421.32, P=0.001,  $\mu=0.50$ ) اثر معنی داری بر کاهش NF $\kappa$ B داشت همچنین تعامل



شکل ۱. سطوح پروتئینی NF $\kappa$ B در گروه های پنج گانه تحقیق

\*\*\* افزایش معنی دار نسبت به گروه کنترل

### اثر معنی دار بر کاهش NF $\kappa$ B



شکل ۲- سطوح پروتئینی TNF- $\alpha$  در گروه های پنج گانه تحقیق

\*\*\* افزایش معنی دار نسبت به گروه کنترل

#### اثر معنی دار بر کاهش NF $\kappa$ B

## بحث و بررسی

موش های صحرایی مسموم شده با DFO داشت. گزارش شده است که انجام فعالیت های ورزشی با شدت و زمانبندی گوناگون به صورت بلند مدت و کوتاه مدت در جلوگیری و کنترل بیماری های مرتبط با قلب و عروق نقش به سزایی دارد (۱۶). همسو با یافته های تحقیق حاضر ۱۶ هفته تمرین هوازی منجر به بهبود سطوح TNF- $\alpha$  موش های صحرایی گردید. با این وجود در تناقض یا یافته های تحقیق حاضر ۱۶ هفته تمرینات مقاومتی منجر به افزایش سطوح TNF- $\alpha$  موش های صحرایی گردید (۱۷) که این تناقض در یافته ها می تواند ناشی از نوع تمرین و همچنین انقباضات موجود در تمرینات هوازی و مقامتی باشد. همچنین هشت هفته تمرینات هوازی با شدت متوسط منجر به کاهش معنی دار سطوح TNF- $\alpha$  و همچنین کاهش activation of I $\kappa$ B $\alpha$ /NF- $\kappa$ B pathway شد (۱۸). در رابطه با اثرات فعالیت های ورزشی گزارش شده است که اجرای تمرینات منظم هوازی منجر به افزایش دفاع ضداکسایشی، و کاهش پراکسیداسیون لیپیدی و پروتئینی می شود. درواقع، تقویت دفاع ضد اکسایشی سبب خنثی شدن بیشتر رادیکال های آزاد می گردد، با این سازگاری ها این انتظار وجود دارد که فشار اکسایشی پس از تمرینهای هوازی کاهش یابد. تمرین منظم توانایی سیستمهای ضداکسایشی بدن را افزایش می دهد و بدن را در مقابل خاصیت تخریب کنندگی فشار اکسایشی که در اثر ورزش افزایش می یابد، محافظت می کند (۱۹). در رابطه با اثرات تعاملی نتایج مطالعه حاضر نشان داد تمرین هوازی همراه با مصرف اوکتاپامین دارای اثرات تعاملی بر کاهش NF $\kappa$ B و TNF- $\alpha$  در بافت قلب موش های صحرایی مسموم شده با DFO می باشند. عدم وجود

نتایج مطالعه حاضر نشان داد DFO اثر معنی داری بر افزایش TNF- $\alpha$  و NF $\kappa$ B در بافت قلب موش های صحرایی داشت. همسو با یافته های مطالعه حاضر، در بررسی تاثیر DFO بر اختلال تعادل کبدی و افزایش آسیب بافت چربی و کبد چرب در موش های ویستار نشان داده شد که با مصرف DFO آنزیم های آنتی اکسیدانی کبد کاهش یافته و همچنین منجر به افزایش فاکتور های استرس اکسیداتیو در موش ها می شود به طوری که گزارش شد مصرف DFO باعث آسیب کبدی می شود (۱۵). همچنین ونگ و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند مصرف DFO منجر به بروز آسیب کبدی در موش های صحرایی می گردد (۱۴). مطالعه فوق نشان داد تمرین هوازی و مکمل اکتاپامین بر درصد سلول های آپوپتوتیک در بافت قلب رت های مسموم شده با روغن حرارت دیده عمیق اثر معنی دار داشت و در اثر مسمومیت با روغن حرارت دیده عمیق درصد سلول های آپوپتوتیک به طور معنی داری افزایش یافت، همچنین تعامل تمرین و مکمل اکتاپامین نیز اثر معنی داری بر درصد سلول های آپوپتوتیک داشت. هم راستا با این مطالعه کیانمهر و همکاران با بررسی تاثیر ورزش هوازی و مکمل اکتاپامین بر میزان بیان کاسپاز-۳ و پرو کاسپاز-۳ در بافت قلب روغن سرخ شده در موش صحرایی پرداختند. یافته های پژوهش مورد نظر نشان داد که افزایش قابل توجهی در سلول های آپوپتوتیک در گروه تحت درمان با DFO وجود داشته و تجزیه و تحلیل لکه تریکروم ماسون نشان داد که تعداد فیبرهای کاردیومیوسیت کاهش یافته و رسوب کلاژن در گروه DFO افزایش می یابد (۱). همچنین نتایج مطالعه حاضر نشان داد تمرین هوازی اثر معنی داری بر کاهش NF $\kappa$ B و TNF- $\alpha$  در بافت قلب

منجر به افزایش بیان ژنی NFκB و TNF-α در بافت قلب رت های مسموم شده با روغن حرارت دیده عمیق می گردد با این وجود تمرین و مصرف اوکتامین هر کدام به تنهایی منجر به کاهش بیان ژنی NFκB و TNF-α در بافت قلب رت های مسموم شده با روغن حرارت دیده عمیق می گردد.

### ملاحظات اخلاقی

#### پیروی از اصول اخلاق پژوهش

مطالعه حاضر از اصول اخلاقی کار با حیوانات آزمایشگاهی منطبق با قوانین بین المللی و طبق ضوابط کمیته اخلاقی حیوانات آزمایشگاهی دانشگاه آزاد اسلامی پیروی نموده است.

#### حامی مالی

مطالعه حاضر حامی مالی ندارد.

#### مشارکت نویسندگان

طراحی و ایده پردازی: محمد علی آذربایجانی؛ روش شناسی و تحلیل داده ها: فائقه جعفری املی؛ نظارت و نگارش نهایی: سید علی حسینی، فائقه جعفری املی، پروین فرزانهگی.

#### تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان مقاله حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

اطلاعات کافی در مورد تاثیر تمرین هوازی و مصرف اوکتامین بر سطوح TNF-α و NFκB در بافت قلب موش های صحرایی مسموم شده با DFO و همچنین عدم دسترسی به روش های بررسی TNF-α و NFκB از محدودیت های تحقیقات حاضر به- نظر می رسد؛ از اینرو پیشنهاد می شود در مطالعات آتی به بررسی اثر تمرینات هوازی با شدت های مختلف همراه با مصرف اوکتامین با دوزهای مختلف بر عوامل التهابی پرداخته شود و همچنین از تکنیک های الایزا و وسترن بلات جهت اندازه گیری TNF-α و NFκB استفاده شود (۲۰). در پژوهش حاضر مشخص گردید که تمرین هوازی و مکمل اوکتامین هر یک اثر معنی داری بر بیان ژن TNF-α و NF-κB داشتند، اما تعامل تمرین هوازی و مکمل اوکتامین در بافت قلب رت های مسموم شده با روغن حرارت دیده عمیق اثر معنی دار نداشت. عبدالهی و همکاران در مطالعه ای با عنوان تأثیر چهار هفته تمرین هوازی و اوکتامین بر میزان مالون دی آلدئید و کاسپاز-۳ در بافت چربی قهوه ای موش های نر تغذیه شده با روغن های حرارت دیده عمیق انجام دادند، یافته های این مطالعه نشان داد که در اثر مسمومیت با روغن حرارت دیده عمیق، غلظت مالون دی آلدئید به طور معنی داری افزایش یافت (۱۰).

#### نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که روغن های عمیق حرارت دیده

## References

1. kianmehr P, Azarbayjani M , Peeri M, Farzanegi M; The effects of aerobic exercise training with octopamine supplementation on cardiomyocyte apoptosis induced by deep frying oil: the role of caspase and pro-Caspase 3; clin Nutr Espen, 2022; 49:529-535.
2. Naghavi E-A, Dehghannya J, Ghanbarzadeh B. Effect of hydrocolloid type on transfer phenomena during deep-fat frying of coated potato strips: Numerical modeling and experimental analysis. Comput Electron Agr. 2018;154:382-399.
3. Ai D, Jiang H, Westertep M, Murphy AJ, Wang M, Ganda A, et al. Disruption of mammalian target of rapamycin complex 1 in macrophages decreases chemokine gene expression and atherosclerosis. Circulation research. 2014;114(10):1576-1584.
4. Koh AHW, Chess-Williams R, Lohning AE. HPLCUV- QDa analysis of Citrus aurantium-labelled preworkout supplements suggest only a minority contain the plant extract. J Pharm Biomed Anal 2021; 19(3):1137-46.
5. kazemi dareh bidi M, Peeri M, Azarbayjani M. The Effect Of Endurance Exercise Training And Octopamine supplementation On Nlrpi Inflammasome, PI3K, Apoptosis, And Histopathological Changes In Heart Tissue Of Rats Poisoned With deep frying oil: Stud Med SCI. 2020; 31(9): 667-679.
6. Khademi Y, Azarbayjani M, Hosseini H. Simultaneous effect of high-intensity interval training (HIIT) and consumption of flaxseed on serum levels of TNF-α and IL1β in rats. Horizon Med Sci. 2017; 23 (4):257-263.
7. Kim KB, Kim YA, Park JJ., Effects of 8-week Exercise on Bcl-2, Bax, Caspase-8, Caspase-3 and HSP70 in Mouse Gastrocnemius Muscle. Journal of Life Science. 2010; 20(9): 1409-14.
8. Thevis M, Koch A, Sigmund G, Thomas A, Schänzer W. Analysis of octopamine in human doping control samples. Biomedical Chromatography. 2012; 26(5):610-5.
9. Roeder, T. The control of metabolic traits by octopamine and tyramine in invertebrates. J Exp Biol 2020; 223(7): 27-39.

10. Darvishzadeh N, Azizbeigi K, Etemad Z. The Effect of Aerobic Exercises and Octopamine Consumption on Changes in Gene Expression of Caspase-9, Nlrp3, Aim2 in Brown Adipose Tissue of Rats after Intoxication with Deep Fried Oil: An Experimental Study. *J Rafsanjan Univ Med Sci* 2021; 20 (1): 37-52.
11. Pasavand P, Hosseini SA, Farsi S. Effects of moderate and high intensity endurance trainings on INFγ and TNFα of Streptozotocin induced diabetic rats. *Int J Appl Exe Physiol*. 2018; 7 (3): 55- 67.
12. Abdollahi S, Salamat K, Azizbeigi K, Etemad Z. The effect of 4 weeks of aerobic training and octapamine on the levels of malondialdehyde and caspase 3 in brown adipose tissue in rats received deeply heated oils treatment. *Journal of Jiroft University of Medical Sciences*. 2020, 7(2),394-403.
13. Khademi Y, Hosseini SA, Dana F, Hamidi A, Azadmanesh M. Effect of high intensity interval training with flaxseed on interleukin-1 beta and lipocalin-2 gene expressions in the heart tissue of rats. *J Arch Mil Med*. 2019;6(4):e83888.
14. 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 Letters*. 2016;258:168-74.
15. Bour S, Visentin V, Prévot D, Carpené C. Moderate weight-lowering effect of octopamine treatment in obese Zucker rats. *J Physiol Biochem*. 2003;59(3):175-82.
16. Ghajari H, Hosseini SA, Farsi S. The effect of endurance training along with cadmium consumption on Bcl-2 and Bax gene expressions in heart tissue of rats. *Ann Mil Health Sci Res*. 2019; 17 (1): e86795.
17. Narayanankutty A, Manalil JJ, Suseela IM, Ramavarma SK, Mathew SE, Illam SP, Babu TD, Kuzhivelil BT, Raghavamenon AC. Deep fried edible oils disturb hepatic redox equilibrium and heightens lipotoxicity and hepatosteatosis in male Wistar rats. *Human & experimental toxicology*. 2017 Sep;36(9):919-30.
18. Kashef M, Zare-Karizak S, Shabaninia M. Effect of onession anaerobic exhaustive exercise on lipid profile of active and inactive individuals. *Horizon Med Sci*. 2014; 20(3): 171-177.
19. Silvaa CMS, Vieira-Juniorb RC, Trombetac JCR, Limaa TR, Fraga GA, Senaa MS, et al. Effects of aerobic and resistance training of long duration on pro- and anti-inflammatory cytokines in rats. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*. 2017; 10 (4): 170-175.
20. Liu HW, Chang SJ. Moderate exercise suppresses NF-κB signaling and activates the SIRT1-AMPK-PGC1α axis to attenuate muscle loss in diabetic db/db mice. *Front Physiol*. 2018;9:636.